

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

**ROGÉRIO JOSÉ BERNARDO**

**SISTEMA ESPECIALISTA PARA AUXILIAR NA IDENTIFICAÇÃO DA  
INFRAÇÃO DE TRÂNSITO**

**Araranguá, 28 de Fevereiro de 2013**

ROGÉRIO JOSÉ BERNARDO

SISTEMA ESPECIALISTA PARA AUXILIAR NA IDENTIFICAÇÃO DA INFRAÇÃO DE TRÂNSITO.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Bacharel em Tecnologias da Informação e Comunicação. Sob a orientação da Professora Dra. Eliane Pozzebon.

**Araranguá, 2013**

**Rogério José Bernardo**

**SISTEMA ESPECIALISTA PARA AUXILIAR A IDENTIFICAÇÃO DA INFRAÇÃO DE  
TRÂNSITO**

Trabalho de Conclusão de Curso: submetido à  
Universidade Federal de Santa Catarina, como  
parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do Grau de Bacharel em Tecnologias  
da Informação e Comunicação.



Professora Eliana Pozzebon, Dra  
Presidente da Banca - Orientador

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Paulo Cesar Leite Esteves'.

Professor Paulo Cesar Leite Esteves, Dr.  
Membro

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Anderson Luiz Fernandes Perez'.

Professor Anderson Luiz Fernandes Perez, Dr.  
Membro

Araranguá, 28 de fevereiro de 2013

*“Dedico este trabalho à minha esposa  
e filhas que sempre me apoiaram  
durante esta jornada.”*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço a Deus, por ser não o "Big Brother",  
mas verdadeiramente o nosso "Big Father", que  
paira vigilante sobre todos nós, não para nos punir,  
mas para nos mostrar o quanto é importante seguir  
o plano Dele para que possamos fazer parte do  
banquete dos justos: a vida eterna.*

*À minha família que sempre me apoiou e  
incentivou nos momentos mais difíceis, em especial  
as minhas filhas pela compreensão nos momentos  
ausentes por causa dos estudos. A minha  
orientadora, pela orientação, acompanhamento,  
apoio e dedicação, indicando sempre os melhores  
caminhos para que pudesse chegar até o fim com  
sucesso, ao professor Dr. Anderson Perez, pela sua  
dedicação, e pelo seu apoio nos momentos fraqueza,  
ao professor Dr. Alexandre Gonçalves pelo apoio  
prestado nesta jornada.*

*Aos meus amigos: quero dizer a estas pessoas  
que durante este pedaço de minha vida que me  
acompanharam que não existem palavras para  
agradecimentos, pois nada vale mais do que uma  
boa amizade.*

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema especialista voltado especificamente às infrações cometidas no trânsito. Para tanto, são abordados temas relevantes que fundamentam esta construção, como conceitos gerais do Código de Trânsito Brasileiro, Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas. O sistema especialista proposto tem por objetivo de servir como ferramenta de apoio ao profissional da área de segurança pública para confecção de Autos de Infração de Trânsito (AITs). A base de dados utilizada na construção do Sistema Especialista foi elaborada de acordo com os capítulos XV e XVI do Código de Trânsito Brasileiro que apresenta todas as infrações e penalidades que podem ser aplicadas aos condutores de veículo automotor e pela portaria número 59 do Departamento Nacional de Trânsito, desta maneira o Sistema Especialista apresentará como resultado da consulta o tipo da infração, o desdobramento e medida administrativa a ser aplicada ao condutor do veículo em caso de ter sido cometida uma infração trânsito. Com o Sistema Especialista desenvolvido, denominado EXPERT-AIT, obteve-se uma modernização no sistema de consulta para confeccionar os Autos de Infração, onde os policiais podem captar informações sobre um determinado desdobramento rapidamente e seletivamente.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Sistema Especialista, Código de Trânsito Brasileiro.

## **ABSTRACT**

This paper presents the development of an expert system designed specifically to penalties committed in transit. Therefore, relevant topics are addressed underlying this construction, as general concepts of Brazilian Transit Code, Artificial Intelligence and Expert Systems. The proposed expert system is intended to serve as a tool to support professionals in the area of Public Safety for making assessment notices Transit (TIAs). The database used in the construction of Expert System was developed in according with Chapters XV and XVI of the Brazilian Transit Code provides that all offenses and penalties that can be applied to drivers of motor vehicle and ordinance number 59 of the National Transit Department, in this way will present the Expert System as a result of the consultation the type of infraction, deployment and measurement administrative applied to be applied to the driver of the vehicle in case of an infraction has been committed transit. With the Expert System developed, called EXPERT-AIT, a modernization is obtained in the consultation system for making the assessment notices, where cops can capture information about a particular unfolding quickly and selectively.

Keywords: Artificial Intelligence, expert system, Brazilian Transit Code.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Arquitetura de um Sistema Especialista. ....	25
Figura 2 - Áreas Relacionadas com a Inteligência Artificial. ....	31
Figura 3 - SISP- Módulo I-SEG .....	32
Figura 4 – BI – PMSC.....	33
Figura 5 – Cadastro de Policial .....	48
Figura 6 – Seleção de Artigo .....	48
Figura 7 – Seleção de Infração .....	49
Figura 8 – Seleção de Desdobramento .....	49
Figura 9 – Seleção de Penalidade.....	50
Figura 10 – Diagrama de Classes .....	51
Figura 11 - Janela de variáveis. ....	54
Figura 12 - Tela de Objetivos com as variáveis comuns e variável-objetivos. ....	55
Figura 13 – Regras de Inferência .....	55
Figura 14- Interface do Administrador.....	56
Figura 15 – Interface inicial do EXPERT-AIT .....	57
Figura 16- Perguntas do EXPERT-AIT. ....	58
Figura 17- Resultado do EXPERT-AIT. ....	58
Figura 18- Árvore de pesquisa EXPERT-AIT. ....	59



Figura 19- Todas as regras do Expert-AIT.....	60
Figura 20– Gráfico referente à Corretude do EXPERT-AIT .....	63
Figura 21– Gráfico referente a usabilidade do EXPERT-AIT .....	64
Figura 22 – Gráfico referente a utilidade do software do EXPERT-AIT .....	65
Figura 23 – Gráfico referente ao desempenho do EXPERT-AIT .....	65
Figura 24 – Gráfico referente ao propósito do EXPERT-AIT. ....	66
Figura 25 - Gráfico referente a qualidade do conteúdo do EXPERT-AIT.....	67
Figura 26 – Gráfico referente a clareza e identificação do EXPERT-AIT .....	67
Figura 27 – Gráfico referente ao auxilio que o SE fornecerá ao usuário .....	68
Figura 28 – Gráfico Referente a Funcionalidade .....	69
Figura 29 – Gráfico Operacional.....	70

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Capítulos CTB.....	38
Tabela 2 – Penalidades .....	39
Tabela 3 – Campos do Auto de Infração.....	41
Tabela 4 – Requisitos Funcionais.....	45
Tabela 5 – Requisitos Não-Funcionais.....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AIT** – Auto de Infração de Trânsito.
- AC** – Aquisição do Conhecimento.
- BI** – *Business Intelligence*.
- BC** – Base de Conhecimento.
- BD** - Banco de Dados
- CNSEG** – Confederação Nacional das Empresas de Seguros.
- CTB** – Código de Transito Brasileiro.
- COPOM** – Central de Operações da Polícia Militar.
- DPF** - Departamento de Polícia Federal.
- DPRF** – Departamento de Polícia Rodoviária Federal.
- DSTI** – Diretoria de Tecnologia e Sistemas de Informação.
- IA** – Inteligência Artificial.
- IAE** – Inteligência Artificial Evolucionária.
- IAS** – Inteligência Artificial Simbólica.
- IAC** – Inteligência Artificial Conexionista.
- IAH** - Inteligência Artificial Híbrida.
- LIA** – Laboratório de Inteligência Artificial.
- I-SEG** – Sistema de Inteligência Policial.
- MIT** - *Massachusetts Institute of Technology*.
- MJ** – Ministério da Justiça.
- RNA** – Redes Neurais Artificiais
- SBC**–Sistema Baseado em Conhecimento.
- SE** – Sistema Especialista.
- SEH** – Sistema Especialista Híbrido.

**SENASP** – Secretaria Nacional de Segurança Pública.

**SISP** – Sistema Integrado de Segurança Pública.

**SIMOV** – Sistema de Identificação de Modelos de Veículos.

**SMA** – *Multiagent System*.

**SQL** - *Structured Query Language*.

**TIC's** – Tecnologia da Informação e Comunicação.

**UML** - *Unified Modeling Language*

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 <i>Problemática e Justificativa.....</i>	16
1.2 <i>Objetivos.....</i>	18
1.2.1 <i>Objetivo Geral.....</i>	18
1.2.2 <i>Objetivos Específicos.....</i>	18
1.3 <i>Metodologia.....</i>	18
1.4 <i>Organização do Documento.....</i>	19
<b>2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SISTEMA ESPECIALISTA .....</b>	<b>21</b>
2.1 <i>Introdução a Inteligência Artificial.....</i>	21
2.2 <i>Sistema Especialista (SE).....</i>	23
2.2.1 <i>Arquitetura dos SE's.....</i>	24
2.2.2 <i>Regras de Produção.....</i>	26
2.2.3 <i>Atributos e Valores.....</i>	27
2.2.4 <i>Mecanismos de Raciocínio dos SE's.....</i>	28
2.2.5 <i>Classificação dos Sistemas Especialistas.....</i>	29
2.2.6 <i>Ferramenta para desenvolvimento SE.....</i>	30
2.3 <i>Aplicação de IA na Área da Segurança Pública.....</i>	30
2.4 <i>Aplicação específica com SE's.....</i>	34
2.4.1 <i>Sistema Especialista para o Simulador da Empresa Líder.....</i>	34
2.4.2 <i>Sistema Especialista para Fiscalização Eletrônica de Velocidade.....</i>	35
2.5 <i>Considerações Parciais.....</i>	36
<b>3. CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO .....</b>	<b>37</b>
3.1 <i>Capítulos e principais artigos.....</i>	37
3.2 <i>Considerações Parciais.....</i>	43
<b>4. MODELAGEM DO SISTEMA ESPECIALISTA EXPERT-AIT.....</b>	<b>44</b>
4.1 <i>Processo de Desenvolvimento do EXPERT-AIT.....</i>	44
4.2 <i>Requisitos Funcionais do Sistema.....</i>	45

4.3	<i>Requisitos Não-Funcionais</i> .....	46
4.4	<i>Diagrama de Casos de Uso</i> .....	47
4.5	<i>Diagrama de Classes</i> .....	50
4.6	<i>Considerações da Modelagem</i> .....	51
<b>5.</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA EXPERT-AIT</b> .....	<b>53</b>
5.1	<i>Variáveis</i> .....	53
5.2	<i>Variáveis-Objetivos</i> .....	54
5.3	<i>Regras da Base de Conhecimento</i> .....	55
5.4	<i>Interface com o Usuário</i> .....	56
5.5	<i>Interface de Apresentação</i> .....	56
5.5.1	<i>Perguntas do EXPERT-AIT</i> .....	57
5.5.2	<i>Respostas do EXPERT-AIT</i> .....	58
<b>6.</b>	<b>AVALIAÇÃO DO EXPERT-AIT</b> .....	<b>62</b>
6.1	<i>Estratégia da Avaliação</i> .....	62
6.2	<i>Resultados do questionário aplicado</i> .....	63
6.3	<i>Resultados da Técnica de Observação Direta</i> .....	69
6.4	<i>Considerações da Avaliação</i> .....	70
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS</b> .....	<b>72</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>78</b>
ANEXO I	<i>- Shell Expert Sinta</i> .....	78
ANEXO II	<i>- Tabela de Desdobramentos e Enquadramentos de Notificações</i> .....	86
<b>APENDICE</b>	.....	<b>103</b>
	<i>Questionário de Avaliação do EXPERT-AIT</i> .....	103

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as instituições de segurança pública respondem satisfatoriamente à sociedade no combate e prevenção da criminalidade através de eficiência que poderá ser elevado com a otimização dos recursos disponíveis e o uso das tecnologias da informação. A modernização dos órgãos de segurança com o uso intensivo da Tecnologia da Informação é um dos vetores que provê eficiência e eficácia ao trabalho policial.

Tal afirmativa pode ser transposta e aplicada integralmente aos problemas enfrentados aos crimes de trânsito, como exemplo temos o Projeto Fronteiras que nasceu de uma parceria entre a Confederação Nacional das Empresas de Seguros Gerais (CNSeg), o Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF), a Secretária Nacional de Segurança pública (SENASP), o Ministério da Justiça (MJ), a Receita Federal do Brasil, o Departamento de Polícia Federal (DPF) e Governos Estaduais. O objetivo do projeto Fronteiras é fazer o mapeamento e controle dos principais pontos de fluxo de veículos do país, gerando informações 24 horas por dia, durante os 7 dias da semana, de modo a municiar os órgãos citados acima com informações que permitam agir na redução dos problemas que o Projeto Fronteiras objetiva atacar.

O projeto Fronteiras utiliza o software Sistema de Identificação de Modelos de Veículos (Simov), que é um software capaz de identificar o modelo do veículo a partir de imagens digitais obtidas por câmeras comuns. A tecnologia utilizada em sua concepção é o que há de mais moderno em Inteligência Artificial e Reconhecimento de Padrões. Esta tecnologia permite a identificação de dezenas de veículos irregulares (clonados, placas adulteradas e/ou trocadas). Uma vez identificados modelo do veículo e placa, é realizada uma comparação com o registro nacional, verificando a compatibilidade entre o modelo informado na licença e a imagem registrada (MINISTÉRIO DA JUSTIÇA, 2012).

As questões referentes ao trânsito vêm sendo discutidas frequentemente entre a população e nos principais veículos de comunicação. O gerenciamento do trânsito esta cada

vez mais complexo devido ao crescimento no número de usuários e em razão disso, há um elevado custo de manutenção das cidades. O gerenciamento inadequado do trânsito tem gerado resultados socioeconômicos negativos como: degradação da qualidade de vida; gastos públicos: financeiro, humano e tecnológico.

Diversas técnicas e softwares são utilizados para prever o comportamento do trânsito, inclusive técnicas baseadas em Inteligência Artificial (IA), que tem sido uma área muito estudada na atualidade motivada pelo desafio intelectual e pela corrida por alcançar primeiro a criação de programas que realmente imitem a cognição humana.

Segundo Russel (2004) a Inteligência Artificial é uma área da Ciência da Computação que tem por objetivo estudar e desenvolver métodos, técnicas e programas que permitam ao computador efetuar tarefas consideradas inteligentes, quando executadas por seres humanos. A IA está dividida em várias áreas de aplicação. Uma das áreas utilizadas é a dos Sistemas Especialistas (SE), que são sistemas utilizados para conter o conhecimento de um especialista humano, com a finalidade de auxiliar e/ou resolver problemas que só seriam solucionados com a presença desse especialista.

Um sistema especialista eficiente permite fácil interação com o usuário do sistema, podendo trazer vantagens para as organizações de vários segmentos, proporcionando o aumento de produtividade, preservação e disseminação do conhecimento. A utilização dos sistemas especialistas permite o aumento do conhecimento para os seus usuários, ajudando-os quando precisam através de auxílio a tomada de decisão, treinamentos e conselhos, trazendo benefícios para a organização, podendo reduzir seus custos e funcionários com a adoção desse sistema.

Com base nestes elementos, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um Sistema Especialista específico para as leis de trânsito, utilizando as técnicas de IA. Este sistema tem como base de dados às infrações cometidas no trânsito, inferindo assim de acordo com as informações passadas ao software, qual o desdobramento e a respectiva infração a ser aplicada pelo agente de trânsito ao se deparar com uma infração cometida pelo condutor de veículo automotor.

## **1.1 Problemática e Justificativa**

Quando Henry Ford criou o primeiro automóvel, não tinha em mente a quantidade de veículos que circulariam pelas ruas e tão pouco a diversidade de características das pessoas que conduziriam os veículos. Esta diversidade, tanto de veículos como de motoristas, fez com



que fossem criadas normas e regras para condução de automóveis. Leis e normas estas conhecidas como Código de Trânsito Brasileiro.

Estas leis e normas são aplicadas através dos agentes de trânsito, que o fazem de forma manual, utilizando um bloco de papel para emitir o auto de infração, quando um motorista as infringe e um bloco com os artigos e desdobramentos que é utilizado como um guia de infrações.

*Problemática: Como auxiliar o policial na tomada de decisões sobre qual multa aplicar ao constatar uma infração de trânsito?*

Segundo Natale (2002), a automação consiste apenas na aplicação de técnicas que permitem a um conjunto de mecanismos ou equipamentos de processamento de informações executarem tarefas antes realizadas pelo homem. Automação não está limitada somente as indústrias, vários setores vem utilizando e descobrindo novas técnicas de automação, dentre os quais os órgãos públicos, no qual trabalham os agentes de trânsito.

Através de um convênio com a Secretaria de Segurança Pública, os agentes fazem a fiscalização e autuam as infrações cometidas nas vias públicas da cidade. Estes agentes ou guardas de trânsito, como são comumente chamados, possuem um problema: a dificuldade no preenchimento do auto de infração, uma vez que o mesmo é preenchido de forma manual e com o auxílio das Centrais de Operações da Polícia Militar. Desta forma quando um agente de trânsito esta confeccionando um AIT o tempo se torna prolongado devido à busca dos desdobramentos no bloco e o tempo de respostas das Centrais, que nem sempre estão disponíveis para auxiliar o agente de trânsito.

*Problemática: Como reduzir o tempo do policial na busca de dados para preencher a AIT?*

Este trabalho permitirá analisar como a tecnologia pode beneficiar o trabalho do policial, por intermédio da agilização do atendimento ao cidadão e uma melhor qualidade na prestação dos serviços.

O Sistema Especialista, denominado EXPERT-AIT, pode ser utilizado em tablets, e netbooks instalados nas viaturas e será desenvolvido visando facilitar o trabalho feito pelos agentes de trânsito, desonerando o trabalho das Centrais de Operações da Polícia Militar, auxiliando os agentes de trânsito, no momento em que estão aplicando as medidas cabíveis ao perceber uma infração de trânsito.

Além dos fatores já mencionados, este trabalho incorpora, por seu caráter pioneiro, outro aspecto que se revela extremamente importante para o futuro da Segurança Pública no

Brasil. Ele inaugura uma fase de produção de conhecimento sobre Segurança Pública sob a ótica de outra disciplina, a Tecnologia da Informação.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo principal deste trabalho é implementar um sistema especialista para auxiliar o policial a identificar os códigos e os desdobramentos necessários para o correto preenchimento do AIT, aumentando a eficiência e eficácia nos processos de emissão de Autos de Infração de Trânsito.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Visando atingir o objetivo principal, alguns objetivos específicos são requeridos, entre eles:

- Realizar um estudo sobre o Código de Trânsito Brasileiro para gerar uma base de conhecimento;
- Realizar um estudo sobre a técnica de Inteligência Artificial, denominada Sistemas Especialistas;
- Elaborar um Sistema Especialista com a base de conhecimento do Código de Trânsito Brasileiro.
- Validar o Sistema Especialista desenvolvido para Polícia Militar.
- Escrever sobre os resultados obtidos.

## **1.3 Metodologia**

Como base do estudo, utilizaram-se técnicas da Inteligência Artificial, mais precisamente técnica de Sistemas Especialistas, que serão empregados para construir o Sistema Especialista, voltado para a área de segurança pública.

Procurou-se então, realizar um levantamento bibliográfico e uma pesquisa de documentos de referencia, que viabilizasse o estudo na elaboração do plano de avaliação.

Realizou-se um estudo de cunho descritivo, sobre o Código de Trânsito Brasileiro e sobre a Portaria nº 59 de 25 de outubro de 2007, editada pelo Departamento Nacional de Trânsito que estabelece os campos de informações que deverão constar do Auto de Infração, os campos facultativos e o preenchimento, para fins de uniformização em todo o território nacional.

Realizou-se uma pesquisa sobre projetos semelhantes e documentações específicas também foram feitas e serviram como orientação durante o estudo e implementação do Sistema Especialista.

Construiu-se o Sistema Especialista com a base de conhecimento do Código de Trânsito Brasileiro.

E por fim, foram analisadas duas técnicas de Engenharia de Software para avaliação do Sistema Especialista, a primeira como observação direta para analisar o processo e o tempo para emitir um AIT, e a segunda foi elaborado um questionário fechado que foi entregue a 10 Policiais Militares que serviu de base para a avaliação do Sistema Especialista pelos usuários e para a elaboração da Análise dos resultados.

#### **1.4 Organização do Documento**

Este documento está dividido em seis capítulos. No primeiro capítulo apresenta-se o projeto, expondo uma breve contextualização e apresentando a problemática vislumbrada, assim como os objetivos geral e específico.

No segundo capítulo apresenta-se uma breve introdução sobre a Inteligência Artificial, um estudo sobre os Sistemas Especialistas e suas divisões. Uma pesquisa sobre a aplicação da IA na área da segurança pública.

No terceiro capítulo, apresenta-se uma breve descrição sobre o Código de Trânsito Brasileiro, com seus capítulos, principais artigos e a portaria nº 59 de 25 de outubro de 2007.

O quarto capítulo apresenta a modelagem do Sistema Especialista que foi realizada através de diagramas da *Unified Modeling Language* (UML), para mostrar as especificações do Sistema Especialista.

O quinto capítulo apresenta a implementação do Sistema Especialista denominado EXPERT-AIT para auxiliar na identificação das infrações de trânsito.

O sexto capítulo apresenta os resultados obtidos com a avaliação do Sistema Especialista EXPERT-AIT. Na avaliação foram utilizadas a observação direta e questionário.

Por fim, no sétimo capítulo apresentam-se as conclusões sobre o desenvolvimento do trabalho e as sugestões para trabalhos futuros.

## 2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SISTEMA ESPECIALISTA

A Inteligência Artificial (IA) tem sido uma área muito estudada na atualidade motivada pelo desafio intelectual e pela corrida por alcançar primeiro a criação de programas que realmente imitem a cognição humana.

Neste capítulo é apresentada uma breve introdução sobre a Inteligência Artificial, um estudo sobre os Sistemas Especialistas e suas divisões. Uma pesquisa sobre a aplicação da IA na área da segurança pública com ênfase no Código de Trânsito Brasileiro e alguns trabalhos relacionados com a proposta deste Sistema Especialista.

### 2.1 Introdução a Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial, que para a maioria das pessoas é um assunto futurista e longe da sua realidade, vista apenas em filmes de ficção científica, está cada vez mais presente no nosso dia a dia. A IA já faz parte das nossas vidas e do cotidiano de muitas pessoas, desde simples jogos que nos entretêm até complexos sistemas de defesa militar que protegem os países mais ricos do mundo.

Além disso, atualmente existe um grande número de projetos em andamento nessa área nos mais diversos setores, como: robótica, jogos, agentes inteligentes, visão artificial, sistemas tutores inteligentes, processamento de linguagens naturais, redes neurais artificiais, instituições bancárias para reconhecimentos de escrita, mão e voz, atendimento de saúde, programas de diagnósticos médicos e outros.

De acordo com Laudon e Laudon (1999, p. 330), as pesquisas em IA tiveram duas direções: a primeira refere-se aos esforços para desenvolver máquinas inteligentes. É a chamada abordagem *bottom-up*, ou de baixo para cima, isso seria construir um equipamento semelhante ao método indutivo. A segunda envolve a abordagem *top-down*, ou de cima para baixo, o esforço em criar uma lógica análoga ao funcionamento do detutivo.

Na década de 1940, a pesquisa em torno da IA era desenvolvida apenas para procurar encontrar novas funcionalidades para o computador. Com o decorrer da Segunda Guerra Mundial, surgiu também a necessidade de desenvolver a tecnologia para impulsionar a indústria bélica. Nesta guerra, países se enfrentavam, lançando suas bombas e morteiros, nesta época através dessa necessidade aprofundaram os estudos sobre Inteligência Artificial que deram início a utilização de tecnologia computacional não apenas para cálculos, mas para o desenvolvimento de armamento bélico. Este acontecimento foi utilizado em análises e geração de sistemas capazes de quebrar códigos e ainda ajudar a projetar a bomba atômica, (Rezende, 2003).

Para Lima e Labidi (2001) após a II Guerra Mundial o computador não ficou limitado ao uso militar e científico, gradativamente passou a serem utilizadas em empresas, universidades, em empresas, universidades, indústrias e outros. A visão da utilização do computador passou a ser mais ampla devido ao crescente desenvolvimento e a necessidade em outras áreas, principalmente nas empresas.

Conforme Barreto (2001) em 1950, Alan Turing propôs um teste baseado em um jogo de salão, nele um computador poderia demonstrar inteligência se um ser humano, conversando com um ser humano e um computador, mas sem poder vê-los, não conseguisse identificar qual era um e qual era o outro.

O teste, denominado “jogo de Turing”, jogado por um homem, uma mulher e um interrogador que fica em local separado dos outros dois. Ganha o interrogador se descobrir, fazendo perguntas a cada um, quem é o homem (Y), e a mulher (X). Ganha a dupla (YX) se conseguir enganar, com suas respostas, o interrogador. Turing propôs como critério de inteligência este jogo em que um dos elementos da dupla é substituído por um computador, que será considerado inteligente se conseguir ganhar o jogo, não dando ao interrogador, durante um tempo razoável, argumento convincente de quem é humano e quem é a máquina (BARRETO, 2001, p.8).

Guilherme Bittencourt (1998), não entra nesta discussão sobre um conceito para IA, ele apenas define que “o objetivo central da IA é simultaneamente teórico a criação de teorias e modelos para a capacidade cognitiva e prática a implementação de sistemas computacionais

baseados nestes modelos”. Para Bittencourt a IA moderna divide-se em cinco paradigmas: IA simbólica (IAS), baseada na lógica e no sistema simbólico; IA conexionista (IAC), com inspiração na natureza e simulando um sistema neuronal; a IA evolucionária (IAE) segue a teoria da evolução; IA híbrida (IAH), que seria formada por soluções obtidas pela união de dois ou mais dos métodos anteriormente citados; e por último ainda multiagentes, capazes de agir em seu próprio ambiente.

Dentro da IA simbólica (IAS) encontra-se os Sistemas Especialistas que é utilizado nesta proposta e explanado nas próximas seções.

## 2.2 Sistema Especialista (SE)

Os Sistemas Especialistas (SEs) são um ramo da computação que estuda a capacidade das máquinas raciocinarem e aprenderem como os seres humanos, os SEs interagem com seu usuário em uma linguagem natural de perguntas e respostas, propondo e auxiliando na solução de problemas complexos (CRIPPA, 1999).

O nível de desempenho de um SE reflete no tamanho e na qualidade da sua Base de Conhecimento (BC). O componente de conhecimento e o componente de raciocínio são as chaves de qualquer sistema que reflita “inteligência”. Portanto a única maneira destes sistemas apresentarem um “comportamento inteligente” é utilizando mecanismos formais para a representação do conhecimento e utilizando técnicas de inferência (BARRETO, 2001).

Para o SE ter o conhecimento estruturado em sua BC, passa por duas etapas iniciais, o uso de uma técnica para Aquisição do Conhecimento e o uso de um método para representação deste conhecimento adquirido.

Conhecimento explícito é o conjunto de informações já explicitadas em algum suporte (livros, documentos, etc.) e que caracteriza o saber disponível sobre o tema específico; Conhecimento tácito é o acúmulo de saber prático sobre um determinado assunto, que agrega convicções, crenças, sentimentos, emoções e outros fatores ligados à experiência e à personalidade de quem o detém; Conhecimento estratégico é a combinação do conhecimento explícito e tácito formado a partir das informações de acompanhamento, agregando-se o conhecimento de especialistas (SIVEIRA, 2005).

Os SE também são conhecidos por sistemas cognitivos, e a tecnologia usada para seu desenvolvimento é referenciada como engenharia do conhecimento, a qual tipicamente envolve uma forma especial de interação entre o construtor do sistema, chamado de Engenheiro do Conhecimento, e um ou mais especialistas (STEINBACH, 2002).

De acordo com Souza (2001, p. 10), os SE são caracterizados por:

- a) utilizar lógica simbólica ao invés de cálculos numéricos;
- b) incorporar uma Base de Conhecimento;
- c) fazer inferências e deduções a partir de uma informação disponível;
- d) ser capaz de explicar suas conclusões.

Um SE pode trazer vantagens únicas devido ao modo como é projetado. Ele pode ser facilmente distribuído em inúmeras cópias, enquanto que o treinamento de um novo especialista humano é muito mais caro e demorado (LIEBOWITZ, 1999).

Entre as principais vantagens de se implementar um SE se destacam:

- a) ajuda a reduzir falhas humanas e acelerar tarefas;
- b) aumenta o desempenho e a qualidade na resolução de problemas;
- c) apresenta estabilidade e flexibilidade;
- d) combina e preserva o conhecimento dos especialistas;
- e) contempla hipóteses múltiplas simultaneamente;
- f) integra várias ferramentas;
- g) apresenta maior eficiência e otimização de resultados;
- h) não é afetado por questões psicológicas, estresse e fatores externos;
- i) possui maior rapidez na resolução de problemas;
- j) soluciona problemas tão bem quanto um especialista humano.

### **2.2.1 Arquitetura dos SE's**



Conforme Azevedo (2005) as partes da arquitetura do SE são: Base de conhecimento Global e Específica; Editor de Bases; Motor de Inferência e Interface com Usuário (Figura 1).

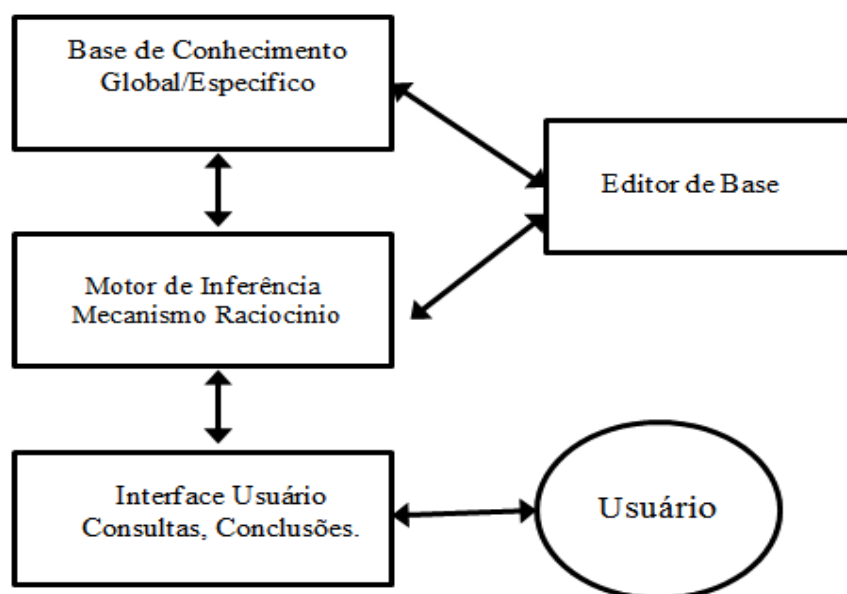


Figura 1 - Arquitetura de um Sistema Especialista.  
Fonte: Adaptado de Azevedo (2005).

O banco de dados global é utilizado pelo usuário do SE durante uma consulta, registrando todas as respostas do usuário e possibilitando o motor de inferência analisar as respostas dadas.

A base de conhecimento específica representa a informação (fatos e regras) que um especialista no domínio da aplicação utiliza para solucionar o problema, apresentada computacionalmente.

O Editor de bases é o meio pelo qual a *Shell*<sup>1</sup> permite a implementação das bases desejadas, quando se consoma a edição das regras e fatos, das variáveis, objetivos, perguntas e informações.

O motor de inferência é a parte do SE que tem responsabilidade pelas deduções utilizando a BC, simulando os tipos e estratégias de raciocínios do especialista humano, de forma a decidir a próxima pergunta a ser realizada, sempre tentando derivar as conclusões.

<sup>1</sup> *Shell é um programa que tem como objetivo intermediar o contato entre o usuário e o computador. É a interface entre o usuário e o sistema operacional.*

### 2.2.2 Regras de Produção

A representação do conhecimento por regras de produção é a forma mais utilizada em Sistemas Especialistas. A justificativa é a naturalidade que representa para o homem, pois, o par condição-ação para raciocinar e decidir, também é usado pela mente humana (HEINZLE, 1995).

Sua estrutura constitui-se basicamente de uma premissa, ou conjunto de premissas, e uma conclusão, ou conjunto de conclusões. As regras são armazenadas como uma coleção de declarações SE-ENTÃO (SE <premissas> ENTÃO <conclusões>). Onde a parte condicional consiste de uma expressão proposicional ou simplesmente um termo;

Por exemplo:

**SE** tem combustível no tanque (**Premissas**)

**E** tem combustível no carburador (**Premissas**)

**ENTÃO** o motor recebe combustível (**Conclusões da regra**)

Para LIA (1999), as regras de produção possuem as seguintes vantagens:

**Modularidade:** cada regra, por si mesma, pode ser considerada uma peça de conhecimento independente;

**Facilidade de edição:** novas regras podem ser acrescentadas e antigas ser modificadas com relativa independência;

**Transparência do sistema:** garante maior legibilidade da base de conhecimentos.

São as regras que compõem o conhecimento do sistema especialista, sendo construídas através da conjunção de cláusulas. Cada regra é composta por uma cláusula obrigatória, na sua parte antecedente e uma cláusula, também obrigatória, na sua parte consequente. Alternativamente a cláusula pode possuir na sua parte antecedente qualquer número de cláusulas ligadas pelos conectivos lógicos “=” e “<>”.

Existe um fator de certeza associado para cada regra na base de conhecimentos do sistema especialista. O fator de certeza é um número de 1 a 100 que demonstra o percentual

de certeza do conhecimento descrito pela regra. Deve-se observar que o grau de certeza está relacionado à regra como um todo, ou seja, ao conjunto de cláusulas que compõem a regra.

Neste trabalho foram utilizadas as regras de produção do Sistema Especialista EXPERT-AIT, conforme apresentado na **seção 5.3**.

### 2.2.3 Atributos e Valores

Atributo é uma variável capaz de assumir uma ou múltiplas instanciações no decorrer da consulta à base de conhecimento. Cabe ao desenvolvedor definir o tipo de atributo. Um atributo é uma entidade totalmente abstrata, capaz de armazenar listas de valores cujo significado depende do contexto da base (AZEVEDO, 2005).

Os atributos das regras são classificados em dois tipos: intermediário ou conclusivo. Um atributo conclusivo é aquele que representa uma solução para o problema, ou seja, existindo uma resposta para o atributo existirá uma resposta para o problema como um todo.

Já os atributos intermediários são os que representam uma conclusão parcial que exigirá continuidade ao processo de busca da solução do problema.

Existe um domínio de respostas que cada atributo pode assumir. Estas possíveis respostas que um determinado atributo pode assumir são denominadas de valores.

Por exemplo:

**Atributo:** estações do ano,

**Valores:** {verão, inverno, outono, primavera}, e,

**Atributo:** impressora não imprime,

**Valores:** {falta papel, falta cartucho de impressão, impressora desligada}.

A criação de atributos e valores para posterior utilização no sistema é livre. Cabe ao usuário do sistema fazer o cadastramento prévio dos mesmos para utilizá-los na elaboração das regras.

As cláusulas das regras são formadas pela ligação de um atributo com um valor através do uso de um predicado. Os predicados disponíveis no *Expert SINTA Shell* são igualdade (“=”) e desigualdade (“<>”):

**Atributo:** Estações do Ano,

**Predicado:** =,

**Valor:** verão.

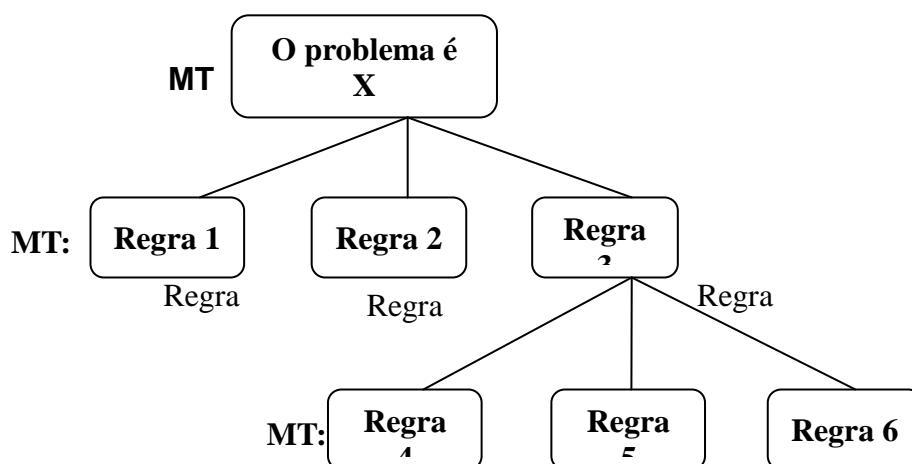
Neste trabalho foram utilizados os atributos e valores na criação das variáveis do Sistema Especialista EXPERT-AIT, conforme apresentado na **Seção 5.1**.

#### 2.2.4 Mecanismos de Raciocínio dos SE's

Existem dois mecanismos de raciocínio que podem ser implementados num SE:

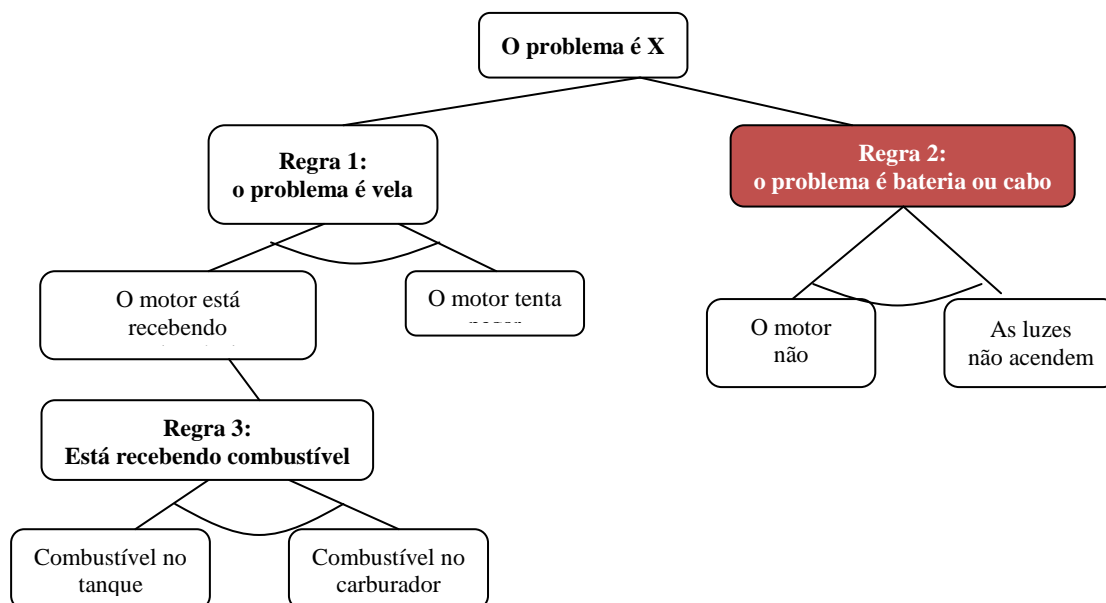
**Raciocínio para Frente** (*Forward Chaining*): Consiste em começar com fatos encontrados em uma base de conhecimentos e manipulá-los com as regras (de inferência) tentando chegar a uma conclusão. É também chamado de raciocínio dirigido por dados. A parte esquerda da regra (os antecedentes ou estado) é comparada com a descrição da situação atual contida na memória de trabalho. As regras que satisfazem a esta descrição tem a sua parte direita (ação ou novo estado) executada, o que, em geral, significa a introdução de novos fatos na memória de trabalho.

Exemplo de mecanismo de raciocínio para frente:



**Raciocínio para Trás** (*Backward Chaining*): Começa usando a conclusão e tenta provar se são verdadeiras ou falsas as premissas. É também chamado de raciocínio dirigido por objetivos. O comportamento do sistema é controlado por uma lista de objetivos. Um objetivo pode ser satisfeito diretamente por um elemento da memória de trabalho, ou podem existir regras que permitam inferir algum dos objetivos correntes, isto é, que contenham uma descrição deste objetivo em suas partes direitas. As regras que satisfazem esta condição têm as instâncias correspondentes às suas partes esquerdas adicionadas à lista de objetivos correntes.

Exemplo de mecanismo de raciocínio para trás:



Neste trabalho foi utilizado o “mecanismo de raciocínio encadeado para frente” no Sistema Especialista EXPERT-AIT apresentado na **Seção 5**.

### 2.2.5 Classificação dos Sistemas Especialistas

Os SEs podem ser classificados como simbólicos conexionistas ou híbridos, sendo descritas a seguir cada uma dessas classificações.

#### Sistemas Especialistas Simbólicos

SEs que utilizam a IA Simbólica como ferramenta básica e a lógica com suas regras de inferências inspiradas nos silogismos enunciados há mais de 2000 anos por Aristóteles para manipular o conhecimento. Esse tipo de SE, deve ser usado quando o problema for bem definido e que se tenha uma boa ideia de como ele seria resolvido (BARRETO, 2001). Neste trabalho foi escolhida a utilização de SE Simbólico devido o domínio do problema ser característico de um especialista em Código de Trânsito.

#### Sistemas Especialistas Conexionistas

Estes SE utilizam complexos formados por circuitos se assemelhando à rede de neurônios cerebrais, responsáveis pelo pensamento, chamados de redes Neurais. Este tipo de SE é muito utilizado em problemas mal definidos, onde falta o conhecimento de como realizar uma tarefa (BARRETO, 2001).

#### Sistemas Especialistas Híbridos:

Segundo Brasil, Azevedo e Barreto (1997), da integração de paradigmas de SEs e Redes Neurais Artificiais (RNA) provêm os Sistemas Especialistas Híbridos (SEH). Eles têm

como característica principal, a capacidade de aprender a extrair conhecimento a partir de um conjunto de exemplos e uma BC básica.

A combinação da lógica “nebulosa” e as RNA resultam nos SEH, que têm capacidade de absorver as melhores características de ambas. Azevedo, Brasil e Oliveira (2000) descrevem alguns SEH, que interagem não só com a teoria de lógica “nebulosa”, mas também com os paradigmas simbólicos, conexionistas e Algoritmos Genéticos.

### 2.2.6 Ferramenta para desenvolvimento SE

O *Expert SINTA* é uma *Shell* de IA, que utiliza regras de produção como modelo de representação do conhecimento e possui uma máquina de inferência compartilhada, com capacidade de construir telas e menus de forma automática, inserir o conhecimento através de um editor de base, tratamento probabilístico das regras de produção, e explicações da BC (AZEVEDO,2005).

Segundo PEREIRA (2000), para se construir uma base de conhecimento no *Expert SINTA* são necessários alguns passos pré-determinados:

a) o primeiro passo é a criação das variáveis, bem como seus respectivos valores. Através de mecanismo, a base fica organizada e fácil de manter. (veja **Seção 5.1**);

b) o passo seguinte é a definição das variáveis que servirão de objetivo, (veja **Seção 5.2**);

c) definidas as variáveis e os objetivos, o próximo passo é a interface, onde cada variável pode receber uma pergunta que servirá de comunicação entre o usuário e o sistema. Um exemplo de interface é visto na **Seção 5.4 até a Seção 5.5.2**;

d) o último passo é a criação das regras de produção onde é feita a modelagem do conhecimento humano, o que torna, conforme (Lia, 2002), ideal para problemas de seleção. Na **Seção 5.3** pode ser visto um exemplo de regra desenvolvido no SE EXPERT-AIT.

Maiores informações sobre o *Expert SINTA* estão disponível no Anexo I.

## 2.3 Aplicação de IA na Área da Segurança Pública

A IA é um ramo da Ciência da Computação cujo interesse é fazer com que os computadores pensem ou se comportem de forma inteligente. Por ser um tópico muito amplo,

IA também está relacionada com psicologia, biologia, lógica matemática, linguística, engenharia, filosofia, entre outras áreas científicas, conforme mostra a Figura 2.



Figura 2 - Áreas Relacionadas com a Inteligência Artificial.

Fonte: (MONARD; BARANAUKAS, 2000, p. 2)

São várias as aplicações da Inteligência Artificial: aplicativos de segurança para sistemas de informação, robótica (robôs auxiliares), dispositivos para reconhecimentos de escrita a mão, reconhecimento de voz, reconhecimento facial e outros.

Ping He (2010) do Departamento de Informação da Academia de Polícia da Província de Liaoning na China apresentou um artigo na 2ª Conferência Internacional sobre Controle de Computação Avançada, um sistema perito criminal de investigação baseada em inteligência Artificial, que emprega o conhecimento de domínio de reincidência no sistema de análise de crime. Usando o conhecimento de domínio criaram a ferramenta CILS que utiliza técnicas de raciocínio dedutivo para fazer inferências e oferecer cursos sugestivos de ação para apoiar as funções de investigação da polícia.

O estado de Santa Catarina criou o Sistema Integrado de Segurança Pública (SISP) que tem no íterim de suas ações a utilização de um ambiente de inteligência para obter informações nos vários sistemas das instituições da Secretaria de Segurança Pública (Polícia Militar, Polícia Civil, Departamento de Administração Prisional, Bombeiro Militar, Departamento Estadual de Trânsito e Instituto Geral de Perícias).

O SISP é um sistema de alta complexidade, composto por vários aplicativos e módulos categorizados em estruturais, finalísticos, de inteligência ou consolidação e externos ou de terceiros, cuja característica principal é Integração. Engloba tecnologias como ASP VB, Java, DOT.NET, Web Services, BD SQL Server, atende a vários clientes vinculados a Secretaria de Estado da Segurança Pública, Justiça e Cidadania e possibilita Integrações

locais, estaduais e nacionais. O módulo do Sistema de Inteligência Policial conforme Figura 3, conhecido como I-SEG, visa fornecer informações ao serviço de Inteligência Policial através da integração das bases de dados da Polícia Civil, Polícia Militar, DETRAN, e Controle Penal. Esta ferramenta tem incorporado a seu desenvolvimento os conceitos de inteligência artificial, agentes de inteligência, engenharia de ontologias, raciocínio baseado em caso, redes neurais, permitindo investigações em tempo real (Fonte: CIASC).



Figura 3 - SISP- Módulo I-SEG

Fonte: PMSC

O módulo I-SEG utiliza rotinas de inteligência artificial, aplicando na prática os conceitos de recuperação inteligente de informações, redes neurais e redes de relacionamento a dezenas de milhões de registros estruturados e não estruturados, permitindo a geração de investigações em tempo real.

A Polícia Militar, através da Diretoria de Tecnologia e Sistemas de Informação (DTSI), adquiriu o Software de BI *QlikView - Business Intelligence*. O *QlikView* oferece uma nova perspectiva para aplicações de banco de dados. Ao contrário das ferramentas tradicionais, o *QlikView* possui uma interface única para as diversas fontes de dados e não tem foco em tabelas, formulários ou relatórios, mas sim na associação dos dados, o que torna possível realizar a chamada trilha de auditoria de dados. Isso torna a aplicação bastante atraente, principalmente do ponto de vista das facilidades que oferece produzindo resultados rápidos e segura.

O BI engloba o uso de ferramentas sofisticadas, que fazem parte da área de pesquisa como, por exemplo, a Inteligência Artificial (IA), proporcionando além de informações mais



acuradas, uma base de conhecimento, com a consequente disseminação do conhecimento obtido no referido tratamento da base de dados, que nada mais são do que as práticas oriundas das decisões tomadas, por toda a empresa, em um contínuo “*feedback*”.

Segundo Batista (2004, p. 121) *Business Intelligence* (BI) é “um conjunto de ferramentas e aplicativos que oferece aos tomadores de decisão possibilidade de organizar, analisar, distribuir e agir, ajudando a organização a tomar decisões melhores e mais dinâmicas”.

A figura 4 ilustra a interface principal do sistema de BI da Polícia Militar de Santa Catarina.

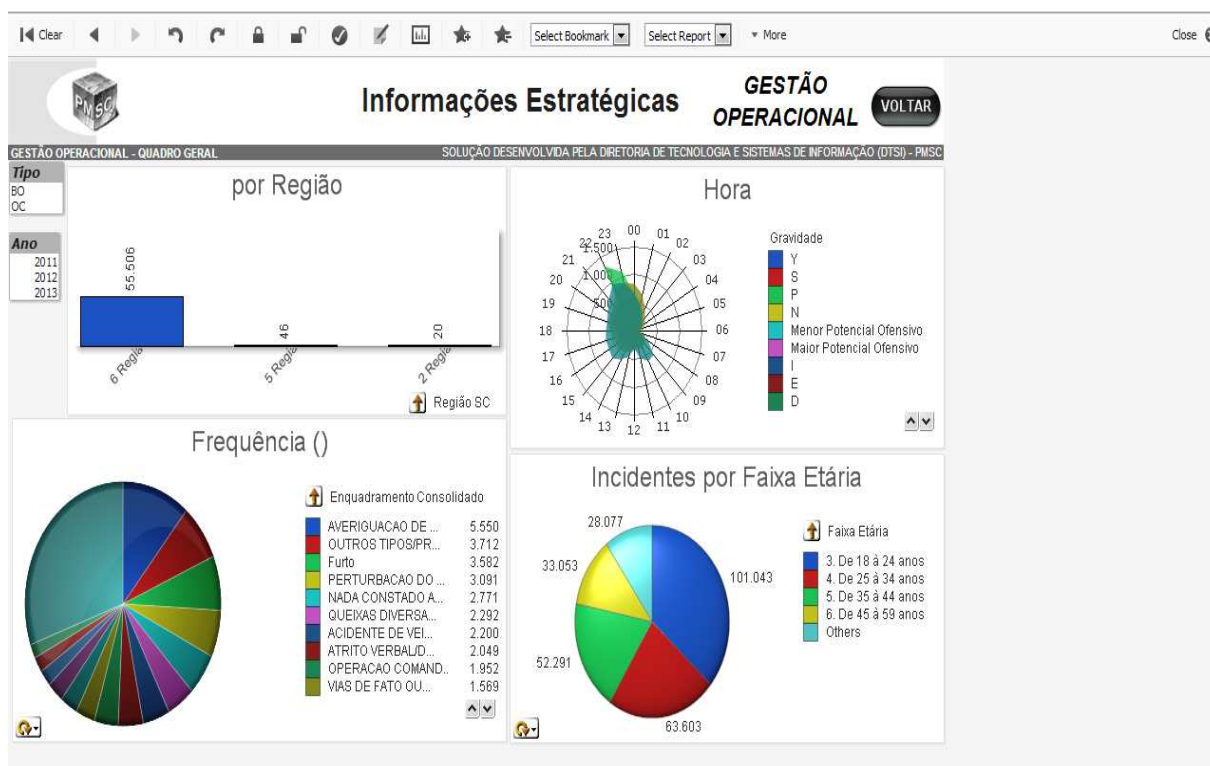


Figura 4 – BI – PMSC  
Fonte: (Interna PMSC)

Carlos Barbieri (2001) define um conceito de forma mais ampla onde BI pode ser entendido como a utilização de variadas fontes de informação para se definir estratégias de competitividade nos negócios da empresa. Onde uma das suas vertentes esta relacionada ao apoio e subsídio aos processos de tomadas de decisões baseados em dados trabalhados especificamente para a busca de vantagens competitivas.

Com o apoio do sistema é possível realizar uma gestão completa das atividades desenvolvidas pela instituição, entre elas, controle de viaturas, gestão de armamento, gestão

pessoal, acesso as informações sobre os índices de criminalidade em todo o Estado, entre outras.

## **2.4 Aplicação específica com SE's**

Foram encontradas na literatura inúmeras aplicações de Sistemas Especialistas aplicados em diversas áreas. Foram escolhidos dois SE's para comparar com o trabalho proposto.

### **2.4.1 Sistema Especialista para o Simulador da Empresa Líder**

Steinbach (2002) apresentou em seu TCC na Universidade Regional de Blumenau, um SE para auxílio no diagnóstico da hierarquia de necessidades do simulador de empresas líder. Este simulador tem por objetivo permitir aos participantes da simulação, a gerência sobre um grupo de subordinados os quais, entre outras características, contém sua própria hierarquia de necessidades. Para elaboração do aplicativo utilizou-se o ambiente de programação Delphi 3 e a ferramenta para SE *Shell Expert SINTA*.

O objetivo deste trabalho é auxiliar o processo de tomada de decisão sobre o perfil de necessidades dos participantes do simulador da empresa Líder, através de um Sistema Especialista. Com isto, os participantes têm uma ferramenta que indicam as melhores decisões a serem tomadas a partir da situação do simulador.

O simulador de empresas Líder apresenta, como principal finalidade, propiciar aos participantes, um ambiente empresarial hipotético para estimular o aprendizado ou o aprimoramento das habilidades gerenciais nos recursos humanos, fundamentalmente no que diz respeito à motivação e liderança. Este simulador de empresas surgiu para preencher a lacuna existente na área de desenvolvimento de recursos humanos utilizando-se dos recursos da informática.

Para a implementação do SE, foi utilizado o método de raciocínio para Frente que consiste em começar com fatos encontrados em uma base de conhecimentos e manipulá-los com as regras tentando chegar a uma conclusão.

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado *Shell Expert Sinta*, *Shell Sinta VCL*; e o compilador Borland Delphi 3.

### 2.4.2 Sistema Especialista para Fiscalização Eletrônica de Velocidade

Pacheco (2011) apresentou em sua Dissertação de Mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro um Sistema Especialista para Monitoramento da Operação dos Equipamentos de fiscalização Eletrônica de Velocidade.

O SE propôs contribuir com a engenharia de tráfego apresentando um sistema especialista para a detecção de falhas na operação e para o cálculo de índices de eficiência dos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade, realizando assim o seu monitoramento de forma mais eficaz.

O Sistema Especialista para Monitoramento da Operação dos Equipamentos de fiscalização Eletrônica de Velocidade também determina índices de eficiência de forma que dois objetivos sejam cumpridos no gerenciamento do tráfego: garantir uma maior segurança no trânsito e auxiliar os órgãos gestores e municípios brasileiros a tornar mais transparentes e justas as formas de remuneração que são empregadas atualmente pelas empresas prestadoras deste tipo de serviço.

O desenvolvimento utilizado no Sistema Especialista para Monitoramento da Operação dos Equipamentos de fiscalização Eletrônica de Velocidade é o *Bottom-Up* (tradução literal: desenvolvimento de baixo para cima), que pressupõe o desenvolvimento em fases.

O primeiro passo para a construção do Sistema Especialista para Monitoramento da Operação dos Equipamentos de fiscalização Eletrônica de Velocidade foi a escolha da plataforma de desenvolvimento. Foram adquiridos junto ao programa MSDNAA os sistemas operacionais Windows Vista, Windows XP e o Visual Studio 2008, que dentre as aplicações que compõem o seu ambiente de desenvolvimento integrado, possui o Visual Basic 2008, plataforma esta escolhida para o desenvolvimento do sistema especialista.

As diretrizes para a construção do sistema foram as seguintes:

a) O sistema especialista deverá ser leve e necessitar de pouco processamento para poder ser executado em quaisquer configurações de processadores e memórias, pois nem todos os municípios e os órgãos gestores realizam regularmente a manutenção e a atualização

dos computadores utilizados nas suas centrais de operação e estações de trabalho de pequeno porte.

b) O sistema especialista deverá não depender de SGBD's para facilitar a sua portabilidade e a sua instalação. Os arquivos de dados e informações deverão ser armazenados e mantidos em arquivos proprietários, no formato de texto.

No trabalho apresentado de Pacheco (2011), desenvolveu-se um protótipo de SE sem o uso de nenhum módulo já construído, possibilitando a alteração da base de conhecimento pelo especialista do domínio. Além disso, pretendeu-se desenvolver um sistema de fácil utilização, visto que os procedimentos dos agentes de trânsito devem ser aplicados no tempo mais hábil possível.

## **2.5 Considerações Parciais**

Conclui-se que os SEs são muito úteis, podendo ser utilizados de acordo com a necessidade específica, facilitando a tomada de decisão de maneira precisa e eficaz. Promovem muitos benefícios para a organização, pois agregam conhecimentos de vários especialistas e agem mais rápido que um especialista humano sem ter as limitações físicas, psicológicas e emocionais inerentes ao ser humano.

Os benefícios da utilização de SE são diferentes daqueles obtidos pelos sistemas tradicionais, por tratar-se de sistemas dotados de inteligência e conhecimento, são ferramentas adequadas para serem utilizadas em treinamentos de grupos de pessoas, de forma rápida e agradável, podendo servir, após o treinamento, como instrumento para coleta de informações sobre o desempenho dos treinados.

Apesar de possuírem desenvolvimento e manutenção caros, a sua operação é muito barata. Um SE pode ser facilmente distribuído em inúmeras cópias, enquanto que o treinamento de um novo especialista humano é muito mais caro e demorado (LIEBOWITZ, 1999).

A área de SE é muito extensa, além dos trabalhos relacionados existe outros trabalhos e artigos sobre o assunto, podem ser aplicados em diversas áreas como na área jurídica, na área ambiental, e na área industrial.

### **3. CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO**

Neste capítulo é apresentado uma breve descrição do CTB, com seus capítulos, principais artigos e a portaria nº 59 de 25 de outubro de 2007 que estabelece os campos necessários que devem constar no Auto de Infração de Trânsito que é utilizado como base de conhecimento no Sistema Especialista proposto no capítulo 5.

#### **3.1 Capítulos e principais artigos**

A primeira legislação nacional sobre o trânsito foi a Postura Municipal nº58, de 15 de junho de 1902, do Rio de Janeiro, que fixou em dez quilômetros por hora, na zona urbana e em trinta, na rural, a velocidade dos automóveis.

O início das normatizações relacionadas ao trânsito foram através de decretos com disposições particulares como o de “criação de fundo especial para a construção e conservação de Estradas e Rodagem Federais” (Decreto Legislativo nº5.411), para após sermos brindados com o primeiro ordenamento jurídico nacional relacionado ao trânsito chamado de Código Nacional de Trânsito, mais especificamente o Decreto-Lei ° 2.994 de 28 de janeiro de 1941, rapidamente revogado pelo Decreto lei nº 3.651 de 25 de setembro de 1941, sendo também revogado pela Lei 5.108, de 21 de setembro de 1966, cujo regulamento surgiu através do Decreto nº 62.127, de 16 de janeiro de 1968.

O CTB foi criado no dia 23 de setembro de 1997 pelo Congresso Nacional, através da Lei 9503. O Presidente sancionou o referido código e ele entrou em vigor a partir do dia 22 de janeiro de 1998 (Brasil, CTB 1998).

O Sistema Nacional de Trânsito é o conjunto de órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que tem por finalidade o exercício das atividades de planejamento, administração, normatização, pesquisa, registro e licenciamento de veículos, formação, habilitação e reciclagem de condutores, educação, engenharia,

operação do sistema viário, policiamento, fiscalização, julgamento de infrações e de recursos e aplicação de penalidades (Art. 5.º, CTB).

O CTB é uma lei que orienta e atribui às autoridades responsáveis quais são os direitos e deveres das pessoas que fazem parte do trânsito brasileiro. Ela estabelece as normas de conduta, de penalidades e as diretrizes da engenharia de tráfego.

Um dos principais motivos de criação de um novo código de trânsito é porque na época o Brasil ocupava o primeiro lugar em número de acidentes no mundo todo. A nova Lei é mais rigorosa e tentou reduzir esse índice.

O CTB é composto por 20 capítulos com 323 artigos. O número original era de 341 parágrafos, mas 17 deles foram vetados e outro foi revogado, conforme visto na Tabela 01.

Tabela 1- Capítulos CTB

Capítulo I	Disposições preliminares
Capítulo II	Do sistema nacional de trânsito
Capítulo III	Das normas gerais de circulação e conduta
Capítulo IV	Dos pedestres e condutores de veículos não motorizados
Capítulo V	Do cidadão
Capítulo V I	Da educação para o trânsito
Capítulo VII	Da sinalização para o trânsito
Capítulo VIII	Da engenharia de tráfego, da operação, da fiscalização e do policiamento ostensivo.
Capítulo IX	Dos Veículos
Capítulo X	Dos veículos em circulação internacional
Capítulo XI	Do registro de veículos
Capítulo XII	Do licenciamento
Capítulo XIII	Da condução de escolares
Capítulo XIV	Da habilitação
Capítulo XV	Das infrações
Capítulo XVI	Das penalidades
Capítulo XVII	Das medidas administrativas
Capítulo XVIII	Do processo administrativo
Capítulo XIX	Dos crimes de trânsito
Capítulo XX	Das disposições finais e transitórias

O Art. 1.º do CTB estabelece: “o trânsito de qualquer natureza nas vias terrestres do Território Nacional, abertas à circulação, rege-se por este Código”.

Trânsito é definido, normativamente, como sendo “... a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga” (Art. 1.º, § 1.º, CTB).

Joseval Carneiro em sua obra, atenta para que o termo trânsito é mais amplo que tráfego e que este não se pode confundir com aquele, posto que o primeiro abrange valores como ambiente e saúde, por exemplo, enquanto o termo tráfego está mais atrelado a requisitos técnicos e específicos. A Constituição Federal determina que é competência privativa da União legislar sobre trânsito e transporte (Art. 22, Inciso XI da CF/88).

Segundo Arnaldo Rizzardo (1998) a definição de trânsito, que traz o Código de Trânsito Brasileiro, compreende até mesmo quem trafega sozinho numa pista, onde não existe movimentação, e o autor afirma que “... não lhe é facultado desrespeitar a sinalização, e muito menos seguir na contramão da pista. A infração é de natureza formal, e consuma-se independentemente do resultado material que pode advir”.

De forma complementar, deve-se considerar, ainda, em matéria de trânsito, a Convenção de Viena sobre Trânsito Viário (Decreto 86.714, de 10 de dezembro de 1981) e a Regulamentação Básica Unificada entre Brasil, Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai e Uruguai (Decreto s/n.º de 03 de agosto de 1993, publicado no Diário Oficial da União de 04/08/1993).

Pode-se perceber que o Código de Trânsito Brasileiro é melhor sistematizado que a lei anterior, dividindo-se em vinte capítulos (I a XX), o que torna mais clara e atualizada a abordagem do tema.

Do Capítulo XVI do CTB, que trata das penalidades, o Art. 256 elenca as modalidades de penalidades por infração de trânsito, *ipsis literis*:

Art. 256. A autoridade de trânsito, na esfera das competências estabelecidas neste Código e dentro de sua circunscrição, deverá aplicar, às infrações nele previstas, as seguintes penalidades, conforme Tabela 2:

Tabela 2 – Penalidades

I	Advertência por escrito;
II	<b>Multa;</b>
III	Suspensão do direito de dirigir;

IV	Apreensão do veículo;
V	Cassação da Carteira Nacional de Habilitação;
VI	Cassação da Permissão para Dirigir;
VII	Frequência obrigatória em curso de reciclagem;

Do artigo supracitado depreende-se que a penalidade de multa por infração de trânsito é apenas uma das sete penalidades administrativas legalmente previstas pelo CTB, sendo notoriamente a mais usual.

As penalidades administrativas são aplicadas em relação às infrações previstas ao longo do Capítulo XV do CTB (Artigos 161 a 255). A maior ocorrência da penalidade de multa imposta pela Administração decorre de sua aplicabilidade a todas as infrações tipificadas pelo CTB, sendo as demais penalidades administrativas de aplicação substitutiva, cumulativa ou acessória.

Conforme art. 161 do CTB constitui infração de trânsito a inobservância de qualquer preceito deste Código, e da legislação complementar, sendo o infrator sujeito às penalidades e medidas administrativas indicadas em cada artigo.

O agente de trânsito ao constatar uma infração de trânsito irá registrar o fato no auto de infração de trânsito, documento este que tem por finalidade levar ao conhecimento da Autoridade de Trânsito que um determinado fato, tipificado como infração, ocorreu em uma via terrestre sob sua circunscrição.

O processo administrativo para aplicação da penalidade de multa segue as regras do Capítulo XVIII do CTB (artigos 280 a 290), se inicia com a autuação por agente da autoridade de trânsito (Auto de Infração de Trânsito – AIT, Art. 280, CTB) e se consolida com o julgamento pela Autoridade de Trânsito, que após análise da consistência do auto, sua notificação tempestiva e eventual defesa prévia, aplicará a penalidade de multa e demais sanções cabíveis (Art. 281, CTB).

A Portaria nº 59 de 25 de outubro de 2007, editada pelo Departamento Nacional de Trânsito estabelece os campos de informações que deverão constar do Auto de Infração, os campos facultativos e o preenchimento, para fins de uniformização em todo o território nacional, conforme estabelecido nos anexos I, II, IV, V e VI da referida portaria. A Tabela 3 mostra os campos necessários para ser confeccionado o auto de infração.



Tabela 3 – Campos do Auto de Infração.

BLOCO 1 – IDENTIFICAÇÃO DA AUTUAÇÃO		
CAMPO 1 <i>(obrigatório)</i> .	CÓDIGO DO ÓRGÃO AUTUADOR	Campo que será utilizado para identificação exclusiva de cada autuação.
CAMPO 2	IDENTIFICAÇÃO DO AUTO DE INFRAÇÃO	Campo que será utilizado para identificação exclusiva de cada autuação
BLOCO 2 – IDENTIFICAÇÃO DO VEÍCULO		
CAMPO 1 <i>(obrigatório)</i> .	PLACA	
CAMPO 2 <i>(obrigatório)</i> .	MARCA	
CAMPO 3 <i>(obrigatório)</i> .	ESPÉCIE	
CAMPO 4 <i>(obrigatório)</i> .	PAÍS	
BLOCO 3 – IDENTIFICAÇÃO DO CONDUTOR		
CAMPO 1	NOME	Campo para registrar o nome do condutor do veículo
CAMPO 2	Nº DO REGISTRO DA CARTEIRA DE HABILITAÇÃO OU DA PERMISSÃO PARA DIRIGIR	Campo para registrar o nº da CNH ou da Permissão para Dirigir do condutor do veículo.
CAMPO 3	UF	Campo para registrar a sigla da UF onde o condutor está registrado
CAMPO 4	CPF	Campo para registrar o nº do CPF do condutor do veículo
BLOCO 4 – IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL, DATA E HORA DO COMETIMENTO DA INFRAÇÃO.		
CAMPO 1	LOCAL DA INFRAÇÃO	Campo para registrar o local onde foi constatada a infração
CAMPO 2	DATA	Campo para registrar o dia, mês e ano da ocorrência.
CAMPO 3	HORA	Campo para registrar as horas e minutos da ocorrência
CAMPO 4	CÓDIGO DO MUNICÍPIO	Campo para registrar o código de identificação do município onde o veículo foi autuado

CAMPO 5	NOME DO MUNICIPIO	Campo para registrar o nome do Município onde foi constatada a infração.
CAMPO 6	UF	Campo para registrar a sigla da UF onde foi constatada a infração.
BLOCO 5 – TIPIFICAÇÃO DA INFRAÇÃO		
<i>CAMPO 1 (obrigatório).</i>	<i>CÓDIGO DA INFRAÇÃO</i>	<i>Campo para registrar o código da infração cometida.</i>
<i>CAMPO 2 (obrigatório).</i>	<i>DESDOBRAMENTO DO CÓDIGO DE INFRAÇÃO</i>	<i>Campo para registrar os desdobramentos da infração.</i>
<i>CAMPO 3 (obrigatório).</i>	<i>DESCRIÇÃO DA INFRAÇÃO</i>	<i>Campo para descrever de forma clara a infração cometida.</i>
<i>CAMPO 4 (obrigatório).</i>	<i>EQUIPAMENTO/INSTRUMENTO DE AFERIÇÃO UTILIZADO</i>	<i>Campo para registrar o equipamento ou instrumento de medição utilizado, indicando o número, o modelo e a marca.</i>
<i>CAMPO 5</i>	<i>MEDIÇÃO REALIZADA</i>	<i>Campo para registrar a medição realizada (velocidade, carga, alcoolemia, emissão de poluentes, etc).</i>
<i>CAMPO 6</i>	<i>LIMITE REGULAMENTADO</i>	<i>Campo para registrar o limite permitido.</i>
<i>CAMPO 7</i>	<i>VALOR CONSIDERADO'</i>	<i>Campo para registrar o valor considerado para autuação.</i>
<i>CAMPO 8</i>	<i>OBSERVAÇÕES</i>	<i>Campo destinado ao registro de informações complementares relacionadas à infração.</i>
BLOCO 6 – IDENTIFICAÇÃO DA AUTORIDADE OU AGENTE AUTUADOR		
<i>CAMPO 1 (obrigatório).</i>	<i>NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO</i>	<i>Campo para identificar a autoridade ou agente autuador.</i>
<i>CAMPO 2 (obrigatório).</i>	<i>ASSINATURA DA AUTORIDADE OU AGENTE AUTUADOR</i>	
BLOCO 7 - ASSINATURA DO INFRATOR OU CONDUTOR		
<i>CAMPO 1</i>	<i>ASSINATURA</i>	<i>Campo para assinatura do infrator ou condutor.</i>

É necessário salientar que o campo nº 01 e 02 pertencentes ao bloco 5 do auto de infração (Código da infração e Desdobramento do Código da infração respectivamente), deverão estar em plena consonância com o campo nº 03 (Descrição da infração), o que assim não sendo poderá tornar nulo o auto de infração.

Nesta seção foi apresentado o CTB que é considerado um dos mais completos do mundo que está em vigência há quinze anos. A legislação tem proporcionado boas mudanças tanto para os Detrans quanto para os motoristas, já que o regulamento serve para organizar o trânsito e melhorar a qualidade de vida de quem circula pelas estradas e ruas do país.

Foram apresentados os principais artigos do CTB e a importância da portaria nº59 que uniformiza em todo território nacional as informações que devem constar no AIT, enfatizando a consonância que deve existir entre o código da infração e o desdobramento do respectivo código que servira como base de conhecimento para desenvolver o protótipo do Sistema Especialista.

### **3.2 Considerações Parciais**

Elaborado desde 1991 por comissão de 12 especialistas criada pelo Ministério da Justiça, o CTB foi promulgado dia 23 de setembro de 1997 e tinha como objetivo a redução de acidentes no País.<sup>25</sup>

Sancionada pela Presidência da República, entrou em vigor em 22 de janeiro de 1998, estabelecendo, logo em seu artigo primeiro, aquela que seria a maior de suas diretrizes, qual seja, a de que o trânsito seguro é um direito de todos e um dever dos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito.

As alterações trouxeram novidades condizentes com as necessidades de se ter uma legislação complexa, mas que atingiria as exigências de um trânsito seguro, estabelecendo penalidades por infrações destacadas diante das constantes mudanças, sejam elas territoriais ou mesmo na utilização de veículos mais encorpados.

Portanto, como visto anteriormente o Código de Trânsito Brasileiro é uma lei bastante nova, com pouco mais de 10 anos de idade e que como qualquer norma repleta de polêmicas requer um constante estudo teórico para resolução de problemas que diariamente inundam as vias do território nacional.

## 4. MODELAGEM DO SISTEMA ESPECIALISTA EXPERT-AIT

A modelagem utilizada neste trabalho foi elaborada com os diagramas da *Unified Modeling Language* (UML) que ajuda a mostrar as especificações do Sistema Especialista implementado. Primeiramente foi realizado um levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais, com o objetivo de obter as informações necessárias para a implementação do Sistema Especialista conforme as necessidades do usuário.

A UML é uma linguagem para documentação, especificação e visualização que caracteriza os principais métodos existentes para a modelagem de sistemas orientados a objetos. É dividida por tipos de diagramas, que expressam em cada um, uma visualização do sistema. Portanto, facilita a comunicação entre as pessoas envolvidas no desenvolvimento do sistema, por apresentar uma representação de fácil entendimento (PILONE, 2006).

Os diagramas da UML que foram usados para modelar o sistema são: o Diagrama de Classes e o Diagrama de Casos de Usos.

### 4.1 Processo de Desenvolvimento do EXPERT-AIT

Por ter um ciclo de desenvolvimento sequencial, o modelo em Cascata é indicado para projetos em que os requisitos são bem estabelecidos para que o processo siga de maneira linear até a última fase de desenvolvimento. Caso contrário, as modificações podem causar desordem nas outras fases do projeto. Por exemplo: se a modelagem for modificada, as etapas que a sucedem serão afetadas (PRESSMANN, 2010).

Para a elaboração do Sistema Especialista EXPERT-AIT foram definidas as seguintes etapas, são elas:

- **Identificação e análise do Problema:** analisado o domínio do problema e identificado os requisitos funcionais e não funcionais.

- **Especificação do Sistema:** modelagem dos diagramas de caso de uso e de classe.
- **Seleção da ferramenta:** analisado e selecionado o *Expert SINTA*.
- **Base de conhecimento:** foi elaborada a construção da base de dados de fatos e regras conforme consulta ao especialista policial e o Código de Trânsito Brasileiro.
- **Protótipo:** desenvolvido com as regras e fatos utilizando a *Shell Expert SINTA*.
- **Teste e Avaliação:** os testes foram realizados internamente para verificação se as respostas são adequadas conforme a pergunta realizada. A avaliação foi realizada com um grupo de policiais no 19º BPM.
- **Refinamento:** conforme os erros identificados nos testes foi adequado o SE.
- **Implantação:** Foram capacitados os usuários do EXPERT-AIT

## 4.2 Requisitos Funcionais do Sistema

As funcionalidades oferecidas pelo EXPERT-AIT são descritas na Tabela 4. Tais funcionalidades são os requisitos funcionais do mesmo. A Tabela 4 lista os serviços a serem oferecidos pelo sistema. Os identificadores dos requisitos seguem a convenção [RFabc]; onde “RF” significa Requisito Funcional e “a”, “b” e “c” são dígitos que variam entre 0 e 9;

Tabela 4 – Requisitos Funcionais

Função	Descrição
[RF001] Logon	<i>O sistema permitirá que o Administrador e o Usuário acessem o SE usando login e senha. Caso seja Administrador terá acesso total ao sistema. Caso seja Usuário poderá apenas utilizar o campo de pesquisa por infração.</i>
[RF002] Logof	<i>Retira o Administrador ou Usuário do sistema.</i>
[RF003] Cadastrar Usuário	<i>O Administrador poderá fazer o cadastro de novo Usuário.</i>
[RF004] Pesquisar Usuário	<i>O Administrador poderá pesquisar por algum Usuário.</i>
[RF005] Alterar Usuário	<i>O Administrador poderá fazer alterações no cadastro de Usuário.</i>
[RF006] Excluir Usuários	<i>O Administrador poderá fazer a exclusão de Usuário.</i>

<b>Função</b>	<b>Descrição</b>
[RF007] Cadastrar Infração	<i>O Administrador poderá cadastrar nova infração.</i>
[RF008] Pesquisar Infração	<i>O Administrador poderá pesquisar por infração cadastrada.</i>
[RF009] Alterar Infração	<i>O Administrador poderá alterar informações da infração.</i>
[RF010] Excluir Infração	<i>O Administrador poderá excluir infração.</i>
[RF011] Cadastrar Artigo	<i>O Administrador poderá cadastrar novo artigo.</i>
[RF012] Pesquisar Artigo	<i>O Administrador poderá pesquisar por artigo.</i>
[RF013] Alterar Artigo	<i>O Administrador poderá alterar artigo.</i>
[RF014] Excluir Artigo	<i>O Administrador poderá excluir artigo.</i>
[RF015] Cadastrar Desdobramento	<i>O Administrador a poderá cadastrar novo desdobramento.</i>
[RF016] Pesquisar Desdobramento	<i>O Administrador poderá pesquisar por desdobramento.</i>
[RF017] Alterar Desdobramento	<i>O Administrador poderá alterar desdobramento.</i>
[RF018] Excluir Desdobramento	<i>O Administrador poderá excluir desdobramento.</i>
[RF019] Pesquisar Penalidade	<i>Tanto o Administrador quanto o Usuário poderão Pesquisar infração.</i>

### 4.3 Requisitos Não-Funcionais

Requisitos que descrevem os aspectos não funcionais do sistema. A tabela 5 abaixo lista os Requisitos Não-Funcionais do sistema. Os identificadores dos requisitos seguem a convenção [RNFAbc]; onde “RNF” significa Requisito Não-Funcional e “a”, “b” e “c” são dígitos que variam entre 0 e 9;

Tabela 5 – Requisitos Não-Funcionais

<b>Identificação</b>	<b>Descrição</b>
[RNF001] Modelagem	<i>Todo o sistema deverá ser modelado utilizando a linguagem UML.</i>
[RNF002] Tempo de Resposta	<i>O tempo de resposta às requisições do usuário não deverá exceder 3 segundos.</i>

[RNF003] Disponibilidade	<i>O sistema deverá estar disponível 24 (vinte e quatro) por dia já que o mesmo não faz uso da internet.</i>
[RNF004] Confidencialidade	<i>O Administrador e o(s) Usuário(s) cadastrado no sistema deverão possuir login e senha de acesso. Cada tipo de usuário terá acesso ao sistema compatível com sua função (Administrador ou Usuário).</i>
[RNF005] Integridade	<i>Os dados armazenados e consultados deverão estar corretos em relação aos dados fornecidos ao sistema.</i>
[RNF006] Mensagens de Erro	<i>As mensagens de erro do sistema deverão ser precisas e construtivas, fazendo com que o usuário identifique sua origem e como proceder após sua ocorrência.</i>
[RNF007] Interface do Sistema	<i>A interface do sistema deverá ser agradável e objetiva, ou seja, suas funcionalidades e informações deverão ser intuitivas.</i>
[RNF008] Veracidade dos Dados	<i>Os dados a serem adicionados ao sistema serão reais.</i>

#### 4.4 Diagrama de Casos de Uso

Conforme o *Object Management Group* (2003) apud ROSA (2005, p. 34), a semântica dos diagramas de caso de uso mostra atores e casos de uso e seus relacionamentos. Os casos de uso representam a funcionalidade de um sistema como manifesto das interações externas com o sistema ou o classificador.

Esta seção apresenta o diagrama de casos de uso do sistema proposto. Este diagrama está particionado como descrito nas figuras 5, 6, 7, 8 e 9. A Figura 5 representa o diagrama de cadastro de Policial, a Figura 6 representa o diagrama de caso de uso seleção de artigo, a Figura 7 representa o diagrama de caso de uso seleção de infração, a Figura 8 representa o diagrama de caso de uso seleção de desdobramento, e a Figura 9 representa o diagrama de caso de uso de seleção de penalidade.

No sistema especialista EXPERT-AIT consta os seguintes atores:

**Administrador:** é a pessoa responsável por inserir as informações correspondentes as penalidades, artigos, infrações e desdobramentos.

**Usuário:** é o policial que utilizará o sistema especialista EXPERT-AIT para emitir o Auto de Infração de Trânsito.



Figura 5 – Cadastro de Policial

O diagrama de casos de uso da Figura 5, mostra que através de um *login* o administrador, realiza o cadastro do policial que ira utilizar o sistema.

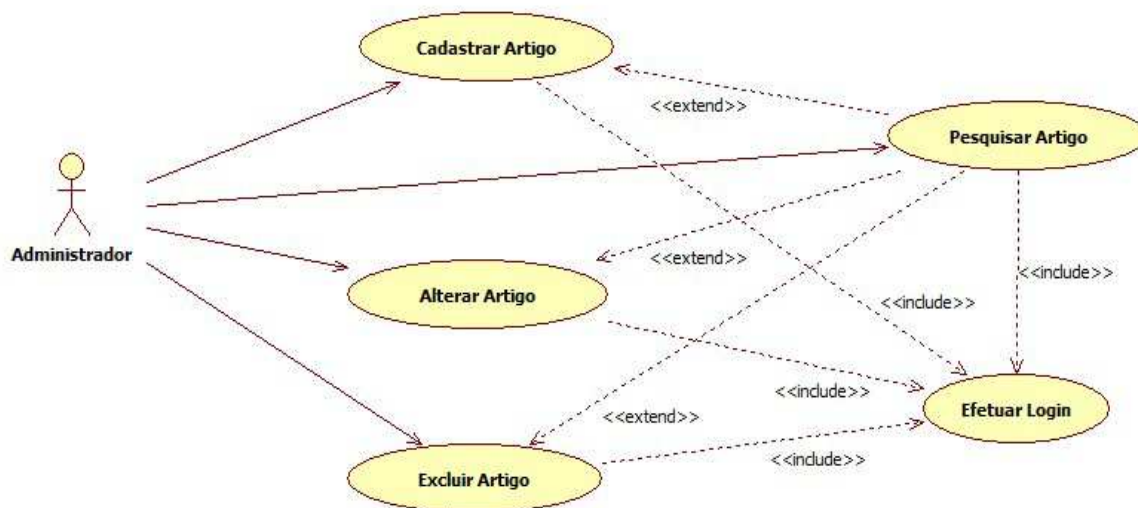


Figura 6 – Seleção de Artigo

O diagrama de casos de uso da Figura 6 permite somente ao administrador cadastrar, alterar, excluir e pesquisar o Artigo. O administrador inclui no SE EXPERT-AIT o número e a descrição do artigo. Se precisar modificar os dados do artigo, o administrador poderá fazê-lo e os dados anteriores serão substituídos do SE. Se precisar excluir também será possível, desde que o artigo não esteja vinculado com alguma infração cadastrada no SE. Os casos de uso cadastrar, alterar e excluir são realizados somente após a pesquisa do artigo no SE para verificar se já existe um artigo semelhante cadastrado para não haver duplicidade de dados no SE. O *login* é necessário para garantir a proteção ao sistema, do qual somente o usuário cadastrado com senha poderá ter acesso.



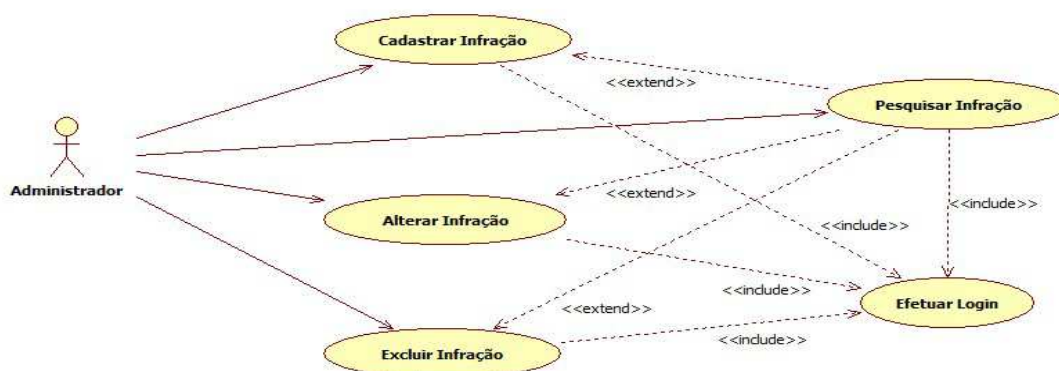


Figura 7 – Seleção de Infração

O diagrama de casos de uso da Figura 7 permite somente ao administrador cadastrar, alterar, excluir e pesquisar a Infração. O administrador inclui no SE EXPERT-AIT o número e a descrição da Infração. Se precisar modificar os dados da Infração, o administrador poderá fazê-lo e os dados anteriores serão substituídos no SE. Se precisar excluir também será possível, desde que a Infração não esteja vinculada com algum Artigo cadastrado no SE. Os casos de uso cadastrar, alterar e excluir são realizados somente após a pesquisa do artigo no SE para verificar se já existe uma Infração semelhante cadastrada para não haver duplicidade de dados no SE. O *login* é necessário para garantir a proteção ao sistema, do qual somente o usuário cadastrado com senha poderá ter acesso.

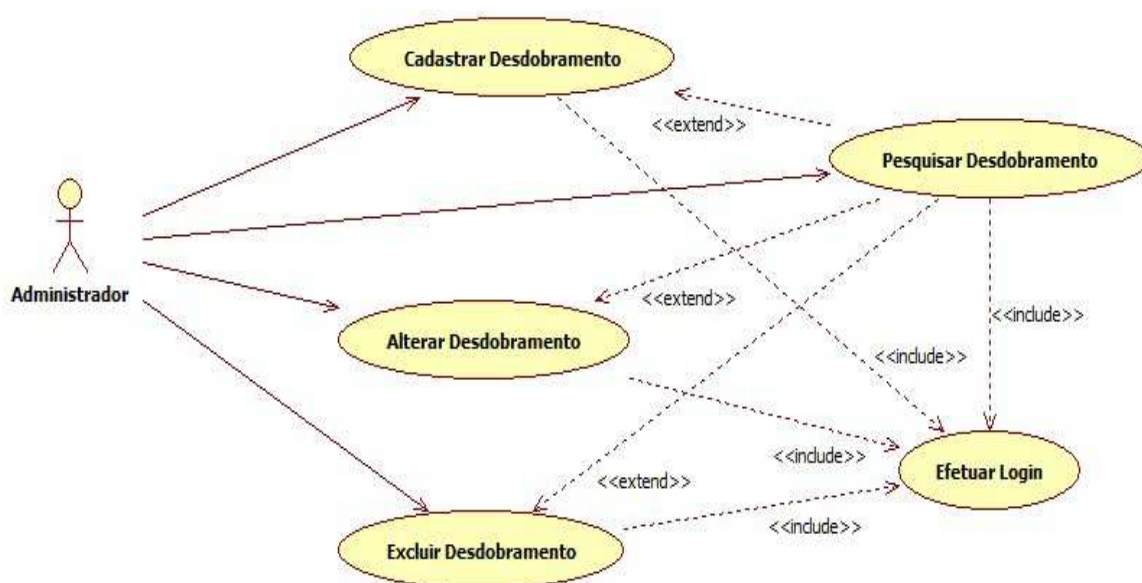


Figura 8 – Seleção de Desdobramento

O diagrama de casos de uso da Figura 8 permite somente ao administrador cadastrar, alterar, excluir e pesquisar o desdobramento. O administrador inclui no SE EXPERT-AIT o

número do desdobramento. Se precisar modificar os dados do desdobramento, o administrador poderá fazê-lo. Se precisar excluir também será possível. Os casos de uso cadastrar, alterar e excluir são realizados somente após a pesquisa do desdobramento no SE para verificar se já existe o desdobramento no SE. O *login* é necessário para garantir a proteção ao sistema, do qual somente o usuário cadastrado com senha poderá ter acesso.

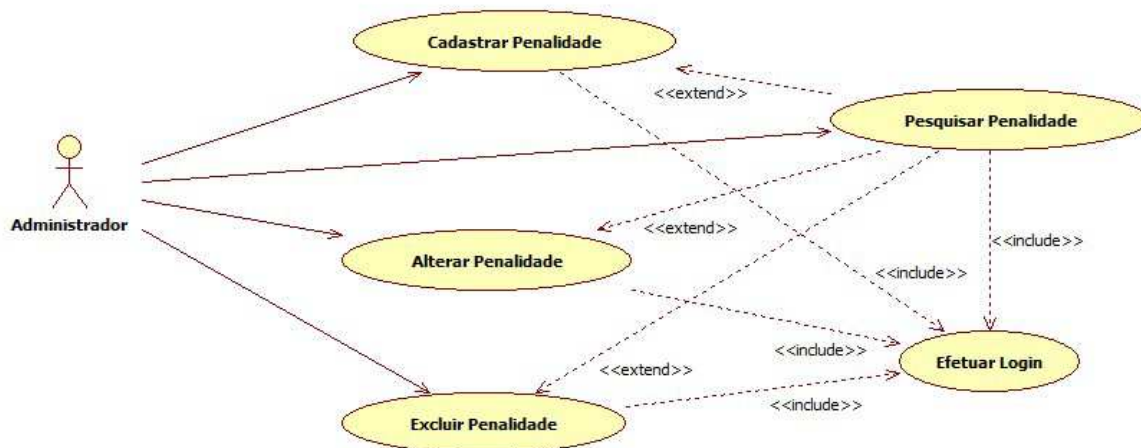


Figura 9 – Seleção de Penalidade

O diagrama de casos de uso da Figura 9 permite somente ao administrador cadastrar, alterar, excluir e pesquisar a penalidade. O administrador inclui no SE EXPERT-AIT, se precisar modificar os dados da penalidade, o administrador poderá fazê-lo. Se precisar excluir também será possível. Os casos de uso cadastrar, alterar e excluir são realizados somente após a pesquisa da penalidade no SE para verificar se já existe o desdobramento no SE. O *login* é necessário para garantir a proteção ao sistema, do qual somente o usuário cadastrado com senha poderá ter acesso.

#### 4.5 Diagrama de Classes

O diagrama de classe demonstra um conjunto de classes, interfaces e colaborações e seus relacionamentos. Tem como função mostrar uma visão estática do projeto, sendo importante especificação e documentação de modelos estruturais de um sistema implementado, (Booch, 2000). A Figura 10 apresenta o Diagrama de Classes do EXPERT-AIT, construído com a ferramenta StarUML.

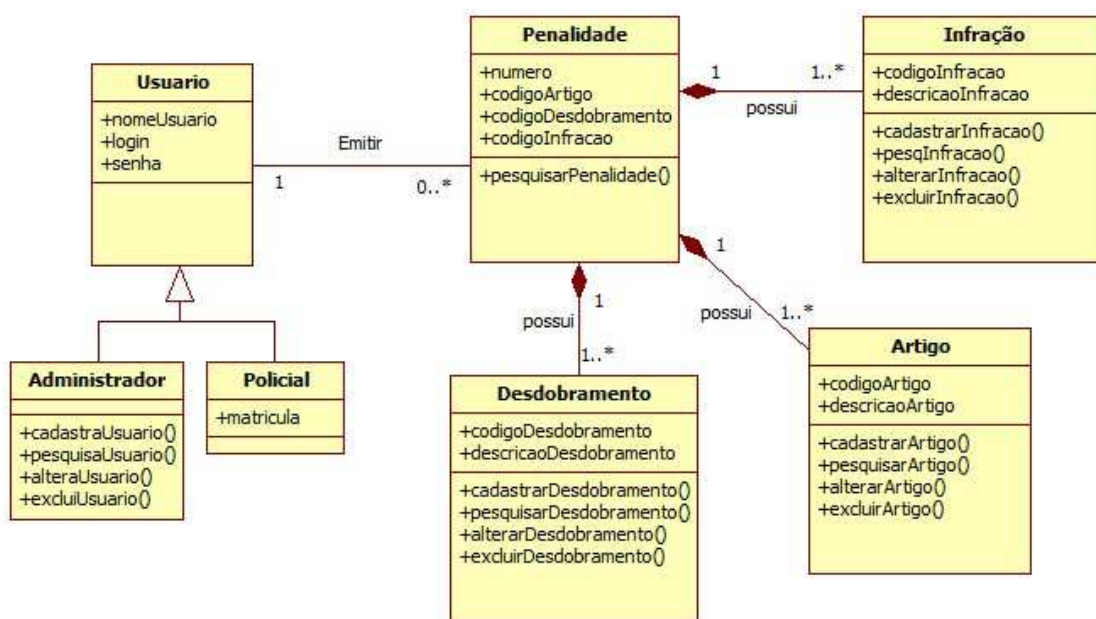


Figura 10 – Diagrama de Classes

A modelagem do diagrama de classes apresentado na figura 10 apresenta um usuário que faz acesso ao sistema, através de uma identificação. Esse acesso é verificado pelo sistema, que valida se o usuário que está fazendo o acesso é realmente cadastrado, caso seja, terá disponibilidade para começar a usar o sistema, caso não tenha, terá que criar um cadastro para ter acesso ao sistema. Os valores da penalidade, infração, desdobramento e artigos podem ser incluídos, alterados, pesquisados ou excluídos.

#### 4.6 Considerações da Modelagem

Nesta seção foi apresentada a modelagem do Sistema Especialista utilizando a UML. Foram descritas as especificações de requisitos, os diagramas de caso de uso e o diagrama de classes.

Em todos os diagramas apresentados foram estabelecidos que o administrador e o usuário policial para acessar o sistema devem fazer um *login*. Este *login* não será necessário para o Sistema Especialista, apenas para o sistema quando este estiver sido concluído porque no Expert-SINTA não é permitida a criação de senhas específicas para os usuários.

Para BOOCH, RUMBAUGH e JACOBSON (2000) a UML é adequada para a modelagem de sistemas, que podem abranger sistemas de informação corporativos, aplicações baseadas em web e até sistemas complexos de tempo real que incorporam software e

hardware. A UML permite representar as diversas visões que podem ser necessárias para o desenvolvimento e implantação de sistemas.

A UML possui diversas funcionalidades que possibilitam visualização, especificação, construção e documentação de artefatos, que podem ser elementos relacionados à especificação de um software. Com a utilização da modelagem de software, os modelos podem ser usados na identificação das características e funcionalidades que o software deverá atender. As diversas representações de um sistema possíveis com os diagramas da UML facilitam a compreensão desse sistema como um todo. Essas representações facilitam a visualização e o entendimento. Isso porque interesses distintos são representados por diagramas distintos.

## 5. IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA ESPECIALISTA EXPERT-AIT

Nesse capítulo é apresentado a implementação do Sistema Especialista EXPERT-AIT para auxiliar na identificação das infrações de trânsito. O Sistema Especialista foi desenvolvido na ferramenta computacional *Shell Expert* SINTA de forma a obter um resultado rápido e confiável, pois essa ferramenta utiliza raciocínio lógico, tratamentos probabilísticos e estabelecimento de inferências.

### 5.1 Variáveis

Para manter uma base de conhecimento organizada é necessária a criação de variáveis com seus respectivos valores. As variáveis são estruturas de dados que possuem um nome e armazenam valores. Na definição das regras, as variáveis são utilizadas para condicionar as regras e armazenar valores referentes a essas condições.

As variáveis do EXPERT-AIT foram inseridas com base no Código de Trânsito Brasileiro. Foram relacionadas a condução como variáveis e os valores associados a condução.

Por exemplo:

**Condução:** Conduzir o veículo

**Variável:** Sem habilitação

**Valor:** Sim ou Não

A Figura 11 ilustra a janela de manipulação de variáveis do EXPERT-AIT.

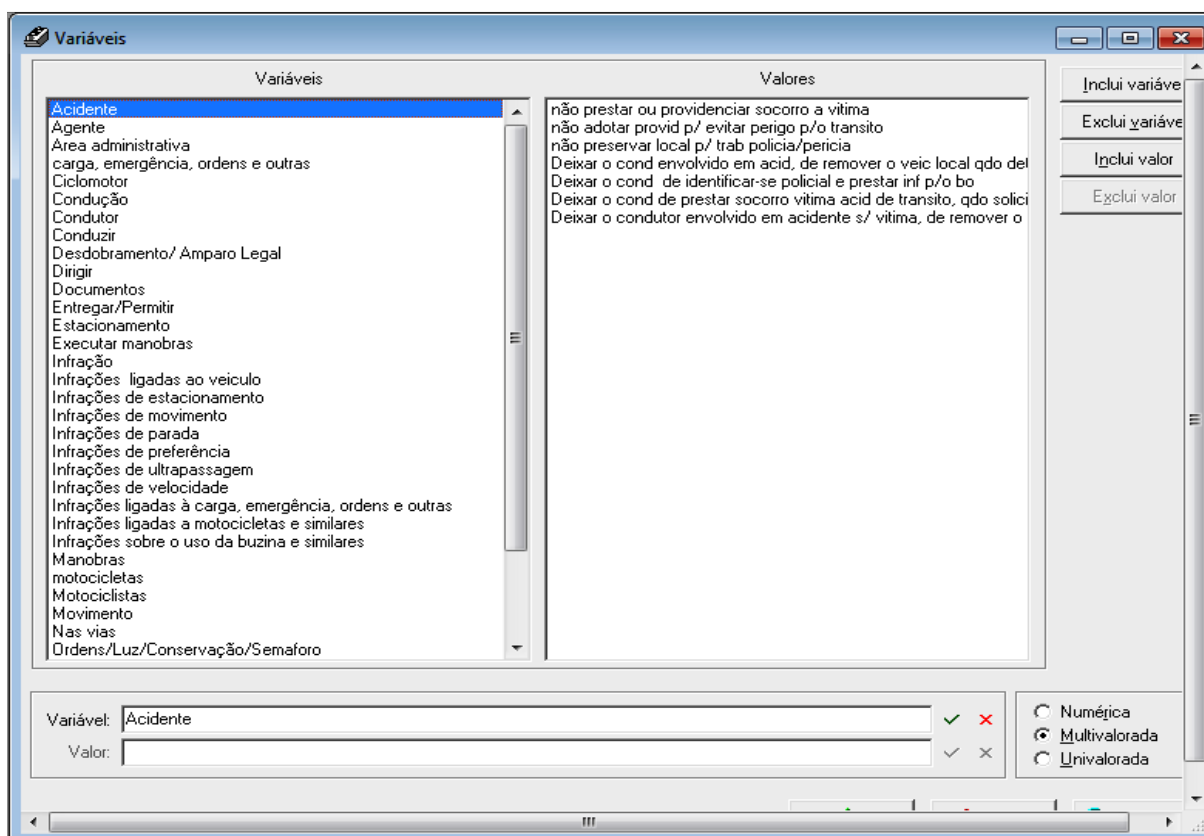


Figura 11 - Janela de variáveis.

Estas variáveis são importantes para elaborar as regras de inferência e irão controlar o modo pela qual a máquina de inferência se comportará no sistema.

## 5.2 Variáveis-Objetivos

O objetivo de uma consulta a um especialista é encontrar a resposta para um determinado problema. A Figura 12 apresenta a janela de manipulação de Objetivos com as variáveis comuns e variável-objetivos do EXPERT-AIT.

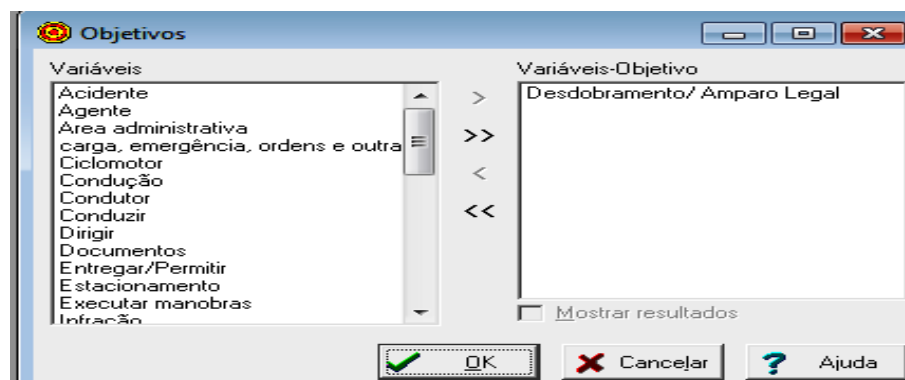


Figura 12 - Tela de Objetivos com as variáveis comuns e variável-objetivos.

No Sistema Especialista EXPERT-AIT os objetivos foram criados com base nas possíveis infrações que poderão ser aplicadas aos condutores. Cada objetivo está relacionado a uma pergunta da base de conhecimento específico. Os objetivos integram o motor de inferência do EXPERT-AIT e a sua correteude e consistências são de suma importância para garantir a qualidade das informações fornecidas pelo EXPERT-AIT.

### 5.3 Regras da Base de Conhecimento

As regras estabelecidas para o funcionamento do EXPERT-AIT são representadas através de pares de condição-ação, foram elaboradas 310 regras. São elas que fazem com que as perguntas sejam disparadas ao usuário e são responsáveis por determinar os objetivos de uma consulta. A Figura 13 mostra algumas regras de inferência.

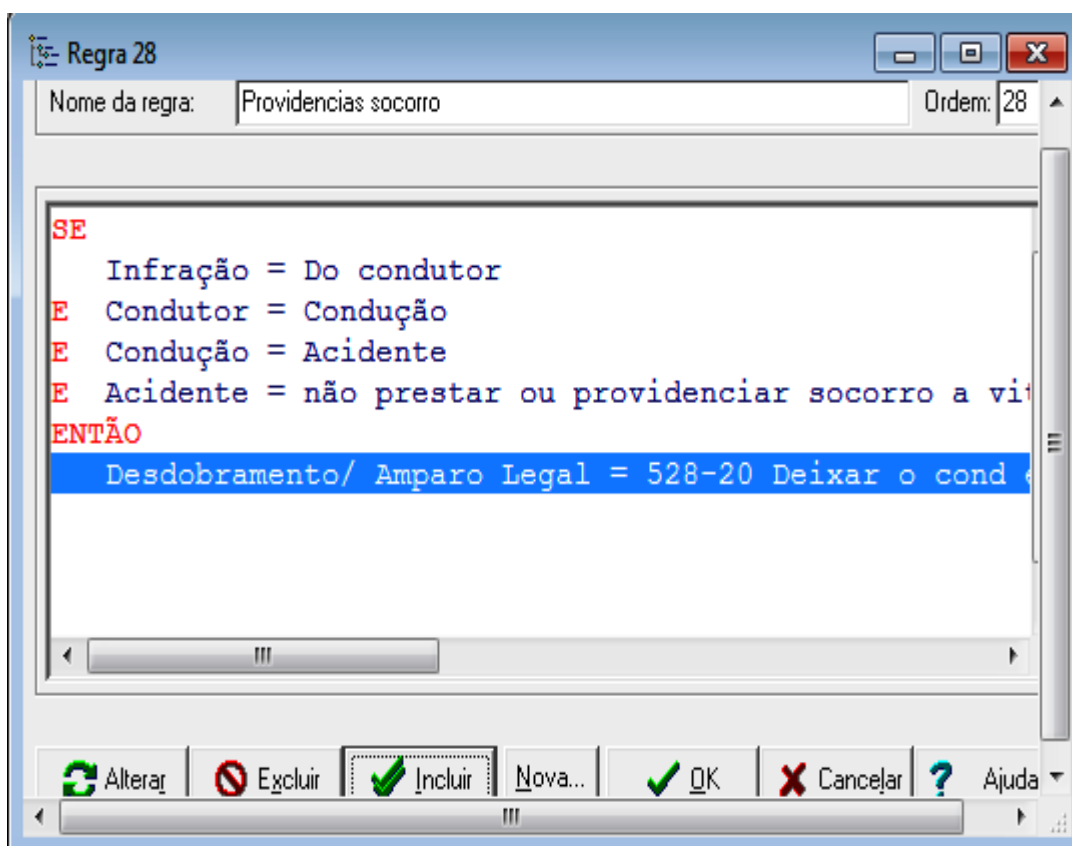


Figura 13 – Regras de Inferência

As regras da base de conhecimento seguem a estrutura condicional da programação básica, onde pré determina-se uma condição “IF” com o uso ou não de um conectivo de

condição (OU, ou E) e por fim, retorna-se uma conclusão para a variável caso a regra seja aceita.

#### 5.4 Interface com o Usuário

Para que a máquina de inferência consiga processar de forma lógica e encontrar uma solução para o problema, realizaram-se perguntas, que são definidas de acordo com a variável correspondente, como é demonstrado na Figura 14 na interface com o administrador do EXPERT-AIT.

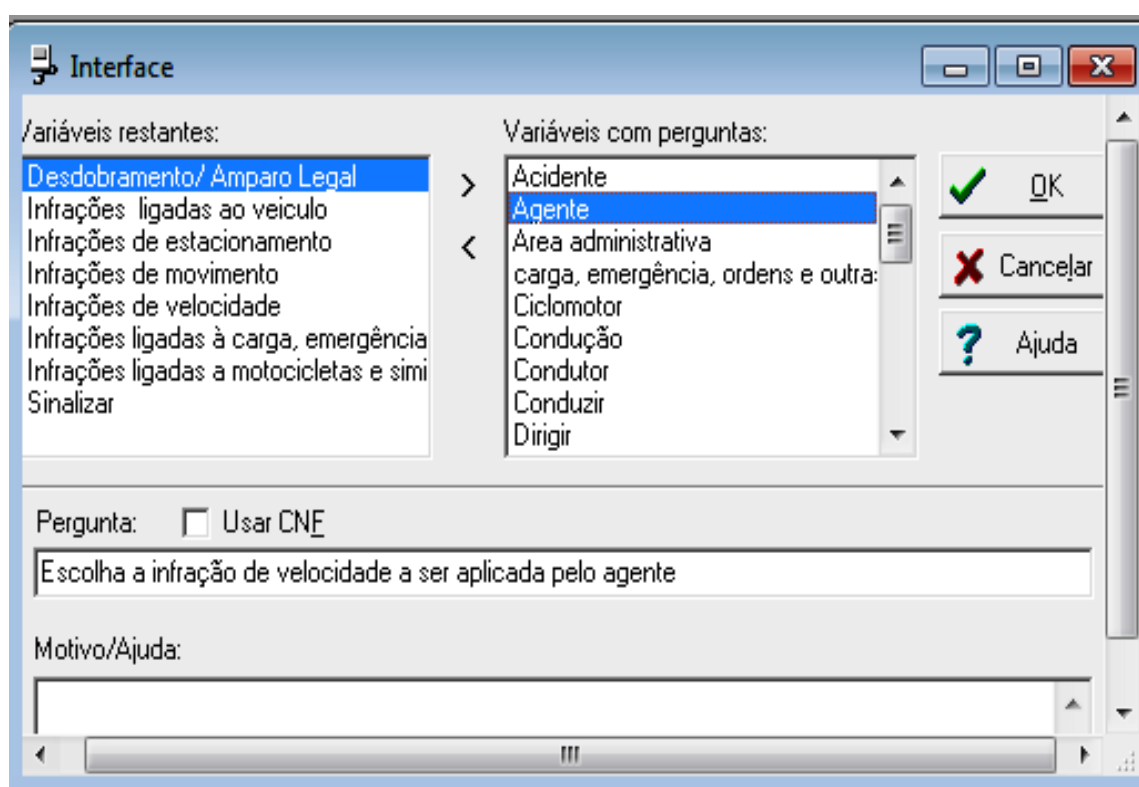


Figura 14- Interface do Administrador.

Cada variável é apresentada ao usuário na forma de uma pergunta, com exceção das variáveis objetivos, elas serão apresentadas ao usuário como resolução do problema.

#### 5.5 Interface de Apresentação



Como proposto, o Sistema Especialista denominado EXPERT-AIT oferece suporte ao usuário/policial na identificação dos códigos e desdobramentos para confecção dos Autos de Infração de Trânsito. Ao iniciar o programa o usuário/policial é recebido pela tela de abertura do EXPERT-AIT, conforme Figura 15.

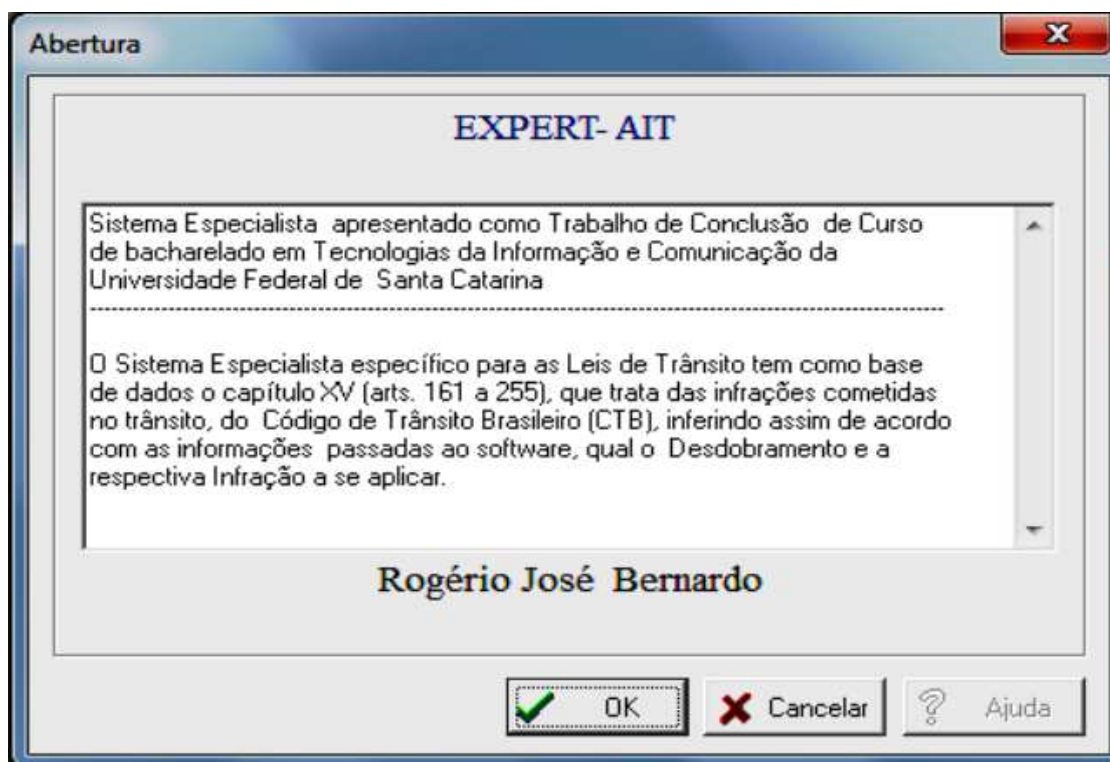


Figura 15 – Interface inicial do EXPERT-AIT

Após a seleção do botão OK, pelo usuário/policial, será apresentado em uma nova janela, a primeira pergunta do sistema, o usuário ativar a máquina de inferência respondendo as perguntas.

### 5.5.1 Perguntas do EXPERT-AIT

Após a confirmação na tela inicial o usuário já é submetido a perguntas que o indagam objetivando demonstrar qual desdobramento e o artigo necessário para a confecção do AIT. A Figura 16 mostra algumas perguntas disponíveis ao usuário/policial.

**EXPERT - AIT**

**Qual Categoria da infração ?**  
(Marque quantas alternativas desejar)

Opção: \_\_\_\_\_

- ☐ Do condutor
- ☐ Uso da buzina e similares
- ☐ Motocicletas e similares
- ☐ Carga, emergência, ordens e outras
- ☐ De velocidade
- ☐ De ultrapassagem
- ☐ De preferência
- ☐ De parada
- ☐ De movimento
- ☐ De estacionamento
- ☐ Ligadas ao veículo

☒ OK

Figura 16- Perguntas do EXPERT-AIT.

Existem perguntas multivaloradas para o usuário/policial responder e nesta interface encontra-se a observação abaixo da pergunta da seguinte forma: (Marque quantas alternativas desejar). É obrigatório selecionar uma opção para prosseguir com o processo.

### 5.5.2 Respostas do EXPERT-AIT

Após serem respondidas as perguntas estipuladas, o EXPERT-AIT emitirá o desdobramento e o amparo legal necessário para ser confeccionado o Auto de Infração de Trânsito com um grau de 100% de confiança, conforme Figura17.

**Resultados**

**Desdobramento/ Amparo Legal**

Valor	Amparo Legal
501-0 0 Dirigir veículo sem possuir CNH ou Permissão para Dirigir 162 * I	
506-1 0 Entregar veículo a pessoa sem CNH ou Permissão para Dirigir 163 c/c 162 * I	
510-03 Entregar o veículo a pessoa sem aparelho de prótese física 163 c/c 162 * VI	
581-91 Transitar com o veículo em calçadas, passeios 193	

Resultados Histórico Todos os valores O sistema

Figura 17- Resultado do EXPERT-AIT.

Conforme o relatório emitido pelo EXPERT-AIT na Figura 17 o Sistema Especialista demonstrou os desdobramentos e o amparo legal para serem confeccionados os Autos de Infração de Trânsito.

A Figura 18 ilustra a segunda aba denominada árvore de pesquisa, esta aba permite ao usuário ver o histórico das pesquisas realizadas pela máquina de inferência a cada regra.

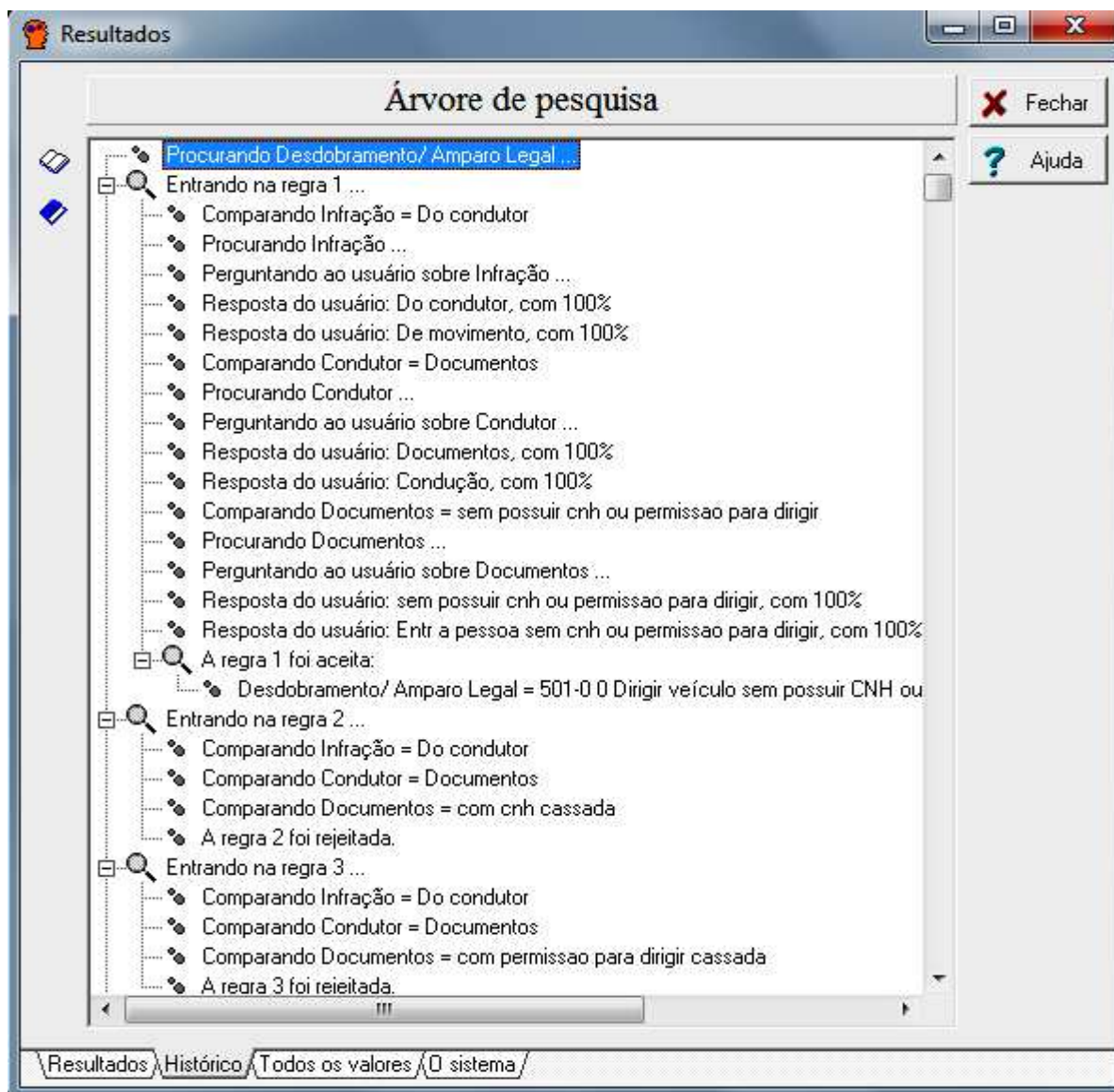


Figura 18- Árvore de pesquisa EXPERT-AIT.

Para acessar os resultados do histórico conforme demonstrado na segunda aba, o usuário deve expandir as informações no símbolo “+” ou fechá-la no símbolo “-”. O histórico permite ao usuário percorrer as regras e saber qual foi aceita ou rejeitada pelo sistema.

Esta aba permite ao usuário ver todos os resultados das variáveis do sistema, conforme suas respostas e observar o encadeamento do raciocínio para frente (ver Seção 2.2.5).

Na Figura 19 são visíveis todas as regras criadas pelo desenvolvedor para formação da base de conhecimento.



Figura 19- Todas as regras do Expert-AIT.

Após definida as variáveis desdobramento e amparo legal é emitido o relatório e a consulta é finalizada.

O protótipo é importante por que permite que toda aplicação seja testada antes de se passar à produção. Durante os testes o usuário pode trabalhar com dados reais, prever alterações necessárias à adequação correta do sistema.

De acordo com RIBEIRO (1987), a implementação de um Sistema Especialista deve ser calcada, inicialmente, no desempenho de um protótipo, isto é, antes de se partir para a implementação definitiva do sistema, deve-se fazer um protótipo onde serão ensaiadas as várias formas de desenvolvimento e onde deverão ser feitos os testes verificando o desempenho. Após a homologação do protótipo parte-se para a implementação final do Sistema.

A ferramenta *Shell Expert SINTA* provou ser bem interessante para o desenvolvimento de sistemas baseado em regras. Sua interface simples e objetiva facilita o entendimento do desenvolvedor, inclusive do processo que a máquina de inferência realiza.

O *Expert Sinta* é uma ferramenta, que auxilia na automatização e criação de Sistemas Especialistas, deixando para o desenvolvedor apenas as tarefas de inserção de variáveis, regras e objetivos, para que a máquina de inferência do sistema busque as soluções através das regras e perguntas criadas (LIA 1998).

O *Expert SINTA* já vem sendo utilizado com sucesso na construção de sistemas especialistas, principalmente no meio acadêmico como, por exemplo: sistema para diagnóstico de doenças, sistema para diagnóstico de pragas em lavouras, sistema para manutenção de micro computadores, sistema na área da educação como auxílio para professores e alunos.

## **6. AVALIAÇÃO DO EXPERT-AIT**

Nesta seção são apresentados os resultados da avaliação do Sistema Especialista EXPERT-AIT. Na avaliação foram utilizadas a observação direta e um questionário. A observação direta com o objetivo de medir o tempo do policial na busca de dados para preencher a AIT. E o questionário com objetivo de avaliar se o Sistema Especialista EXPERT-AIT auxiliou o policial na tomada de decisões sobre qual multa aplicar ao constatar uma infração de trânsito.

### **6.1 Estratégia da Avaliação**

A avaliação tem o objetivo de avaliar se o que foi construído atende as expectativas do usuário. A avaliação do EXPERT-AIT foi realizada pelo efetivo da 1º CIA do 19º Batalhão da Polícia Militar de Araranguá.

Para validar os resultados obtidos com o desenvolvimento do EXPERT-AIT foi adotado a seguinte estratégia:

a) O sistema especialista foi implantado em dois computadores na COPOM, sendo testado diariamente pelos oitos (8) operadores da central e por alguns membros da corporação, que efetuaram consultas para testar o funcionamento e a agilidade do processo de consulta que o sistema se propôs a oferecer.

b) Foi elaborado um questionário de avaliação e aplicado aos usuários do EXPERT-AIT contendo perguntas de múltipla escolha e espaço para sugestões ou observações relevantes quanto ao uso do sistema especialista. O questionário aplicado encontra-se no APENDICE 1.

c) Foi realizado um comando de trânsito para testar o protótipo em um notebook comparando os resultados obtidos com o uso do EXPERT-AIT e com o método tradicional de pesquisas de infrações.

## 6.2 Resultados do questionário aplicado

Uma das técnicas de levantamento de requisitos de sistemas aplicada foi o questionário porque ele permite que os participantes respondam no momento em que acharem convenientes e as questões padronizadas garantem uniformidade.

As questões foram dirigidas por escrito aos participantes com o objetivo de ter conhecimento sobre opiniões das mesmas. O questionário foi aplicado a 10 (dez) Policiais Militares que trabalham nas rádios patrulhas e que aceitaram testar o SE EXPERT-AIT. A análise e interpretação dos resultados obtidos na aplicação do questionário são apresentadas a seguir:

Uma das preocupações no desenvolvimento do EXPERT-AIT foi que o sistema especialista deveria apresentar como resultado os artigos e desdobramento com um grau de 100% grau de confiança. Para validar este item foi elaborada uma questão sobre a corretude<sup>2</sup> do EXPERT-AIT.

Na Figura 20 é possível avaliar a qualidade das informações fornecidas quanto a corretude e se os objetivos foram atingidos. Nas respostas apresentavam-se a seguinte classificação: “Ótimo”, “Bom”, “Regular”, “Ruim”, “Péssimo”.

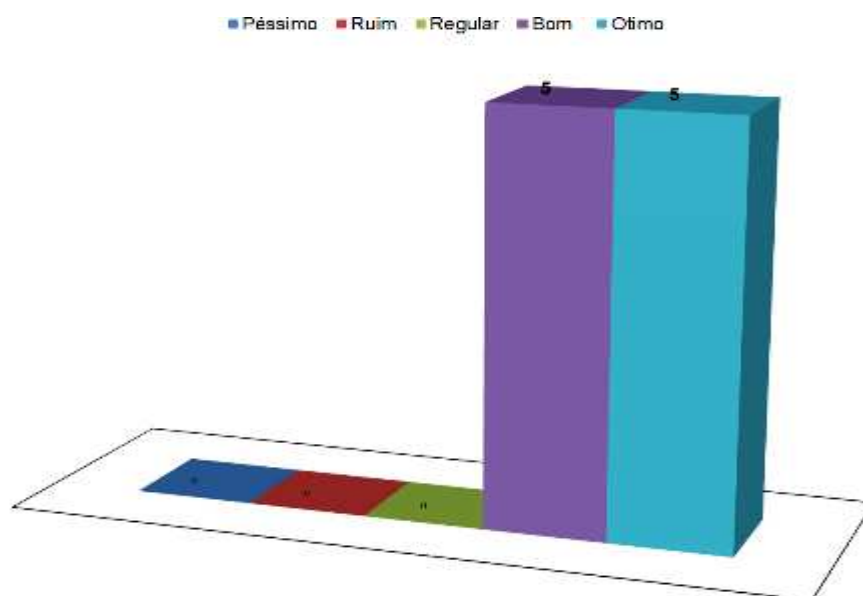


Figura 20– Gráfico referente à Corretude do EXPERT-AIT

Os participantes do processo de avaliação responderam que em relação à qualidade das informações fornecidas quanto à corretude, 50% dos entrevistados consideraram que o

<sup>2</sup> Em informática esta palavra tem o significado de: correção, procedimento correto.

Sistema Especialista é bom e 50 % consideraram ótimo. Com estas respostas pode-se inferir que o EXPERT-AIT é um sistema especialista confiável.

Outro item importante avaliado foi a usabilidade do EXPERT-AIT. Nesta questão (gráfico da Figura 21) foi analisada a facilidade com que os usuários têm ao utilizar o sistema a fim de realizar uma tarefa específica. Um erro na confecção de um AIT, traz problemas graves com a secretaria da fazenda, pois o AIT é um documento fiscal, sendo o Policial Militar submetido a um processo disciplinar para justificar o erro cometido na confecção do AIT.

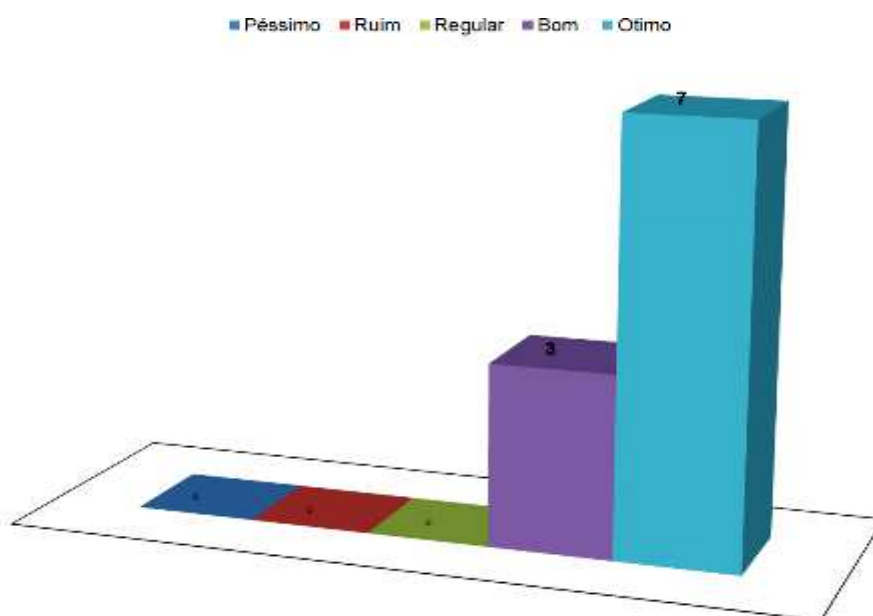


Figura 21– Gráfico referente a usabilidade do EXPERT-AIT

Referente à facilidade de empregar a ferramenta em seu local de trabalho 30% dos entrevistados consideraram que o Sistema Especialista é bom e 70% consideraram que é ótimo. A facilidade de uso é considerada melhor quando o policial esta na Central de Operações porque o usuário/policial tem fácil acesso ao computador, ao contrário, de quando o policial está trabalhando na rádio patrulha que o acesso é limitado devido não haver dispositivos computacionais para o acesso ao sistema especialista.

A utilidade do Sistema Especialista EXPERT-AIT para auxiliar o usuário/policial nas suas tarefas diárias é outro fator importante para ser analisado. Nesta questão, apresentada no gráfico da Figura 22 mostra a relevância e importância das informações possíveis de se conseguir com o EXPERT-AIT.



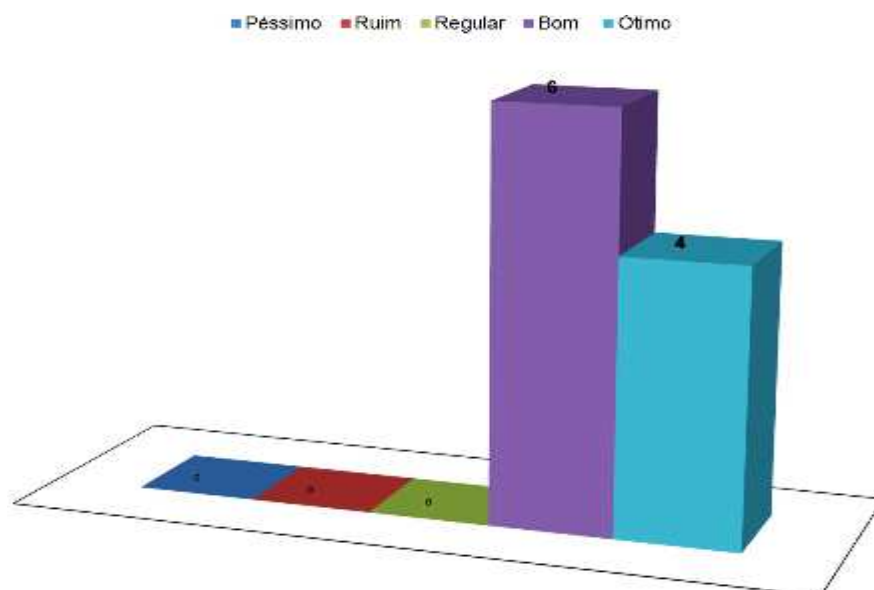


Figura 22 – Gráfico referente a utilidade do software do EXPERT-AIT

Conforme o gráfico da Figura 22, 60% dos entrevistados consideram boas às informações do Sistema Especialista enquanto que 40% consideram ótimo. Nesta questão a utilidade do EXPERT-AIT esta relacionada com o uso da tecnologia e os seus benefícios para o trabalho do policial, por intermédio da agilização do atendimento ao cidadão e uma melhor qualidade na prestação dos serviços.

O gráfico da Figura 23 apresenta o resultado sobre o desempenho do EXPERT-AIT. O objetivo desta questão é analisar o tempo de resposta do sistema, considerando que ele possui em sua base de conhecimento 310 regras de inferência que poderão ser utilizadas na consulta de um AIT.

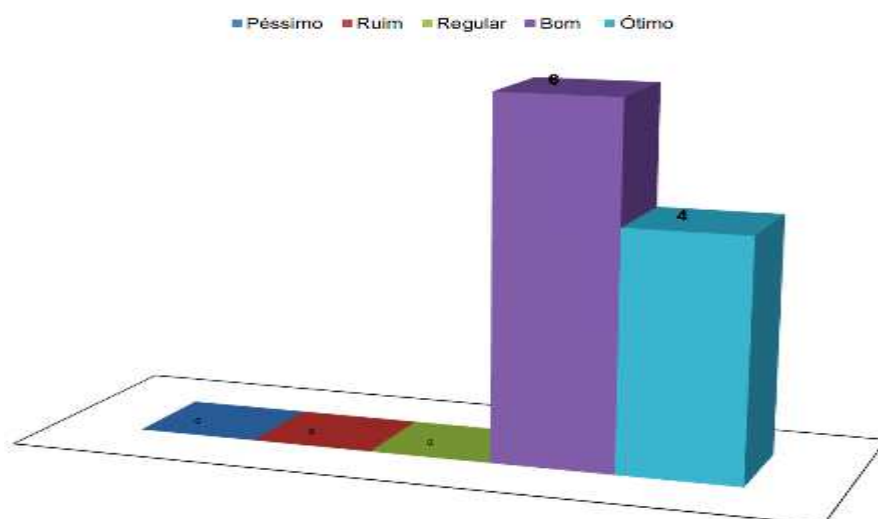


Figura 23 – Gráfico referente ao desempenho do EXPERT-AIT

Dos entrevistados 60% consideraram bom o tempo de resposta, enquanto 40% consideraram ótimo. Analisar a questão referente o tempo de resposta do SE foi fundamental porque quando um agente de trânsito esta confeccionando um AIT de forma manual, o tempo se torna prolongado devido à busca dos desdobramentos no bloco e o tempo de respostas das Centrais, que nem sempre estão disponíveis para auxiliar o agente de trânsito.

No gráfico da Figura 24 foi analisado se o Sistema Especialista atende de maneira satisfatória os propósitos ao qual se destina. O objetivo desta questão foi analisar se o EXPERT-AIT atende as necessidades dos usuários (policiais e administrador) quanto a confiabilidade e consistência dos resultados apresentados. “As “respostas desta questão são classificadas da seguinte maneira: “Sim”, “Não”, “Às vezes”.

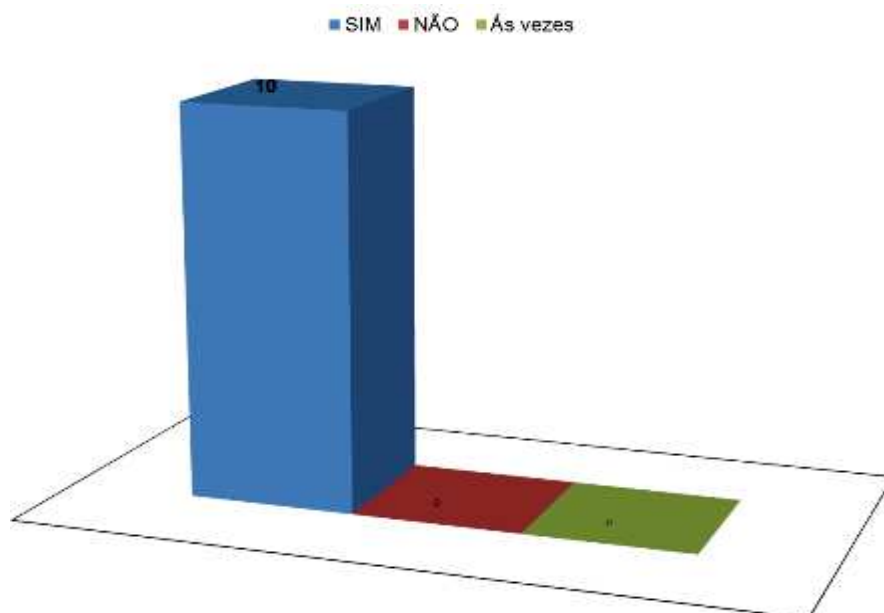


Figura 24 – Gráfico referente ao propósito do EXPERT-AIT.

O resultado apresentado o Gráfico da Figura 24 demonstra que 100% dos entrevistados concordam com a finalidade do Sistema Especialista que atende de forma excelente as necessidades dos usuários ao emitir um AIT.

O conteúdo corresponde à base de conhecimento do SE que não deverá apresentar nenhum erro nos seus resultados porque um erro poderá gerar problemas com a Secretaria da Fazenda e a possível anulação do auto de infração.

O gráfico da Figura 25 refere-se ao conteúdo apresentado no EXPERT-AIT. “Estas respostas apresentavam-se conforme a seguinte classificação: “Sim”, “Não”“.

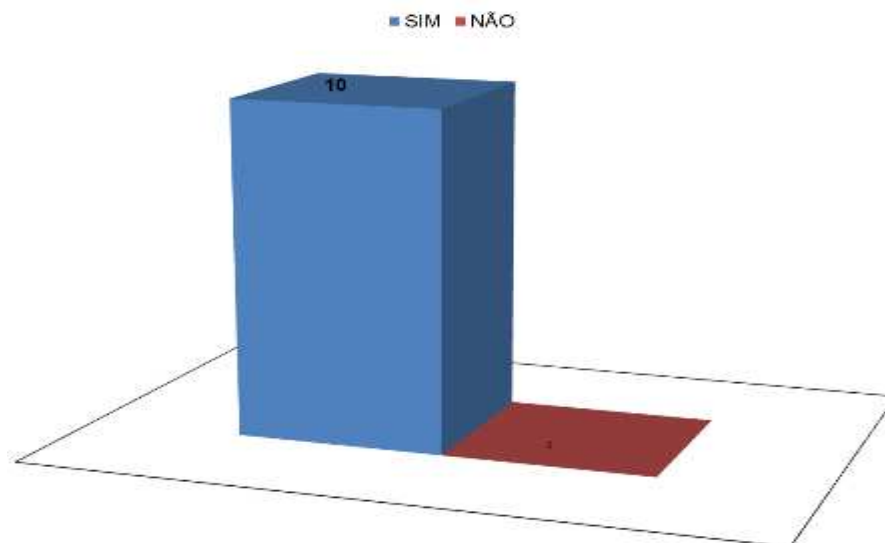


Figura 25 - Gráfico referente a qualidade do conteúdo do EXPERT-AIT.

Analisando o gráfico 25, 100% dos entrevistados concordam que o conteúdo do EXPERT-AIT foi exibido de forma clara e consistente garantindo o auxílio ao policial que irá emitir o AIT.

A Figura 26, refere-se a pergunta: “As opções fornecidas pelo Sistema Especialista são claras e bem identificadas”. Esta questão preocupa-se com a interpretação da questão pelo usuário que mal interpretada poderá gerar respostas duvidosas. “Estas respostas apresentavam-se conforme a seguinte classificação: “Sim”, “Não”, “Às vezes””.

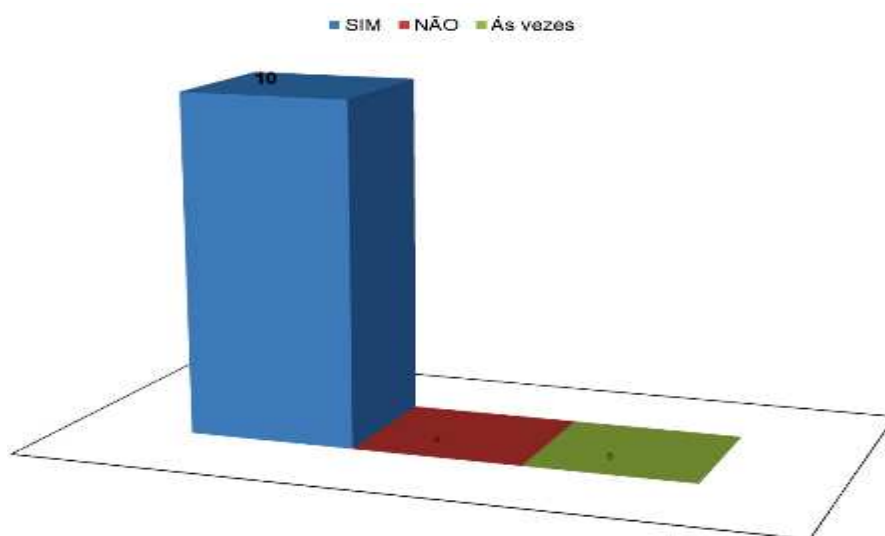


Figura 26 – Gráfico referente a clareza e identificação do EXPERT-AIT

O gráfico da Figura 26 apresenta que 100% dos entrevistados concordam que as opções estão bem identificadas, objetiva e de fácil compreensão.

O gráfico da Figura 27 é referente ao auxílio que o Sistema Especialista pode fornecer ao usuário nas suas atividades diárias. As atividades diárias dos usuários policiais são diversificadas e todas são de extrema importância para a segurança pública, desde um simples policiamento ostensivo de prevenção até a execução de uma prisão. Dentre estas atividades encontra-se o policiamento de trânsito que são responsáveis pela harmonia do tráfego nas vias urbanas. Para essa harmonia é necessário a agilidade dos policiais para os procedimentos cabíveis de trânsito, dentre elas a confecção de um AIT. “Estas respostas desta questão apresentavam-se conforme a seguinte classificação: “Sim”, “Não”, “Às vezes”.”.

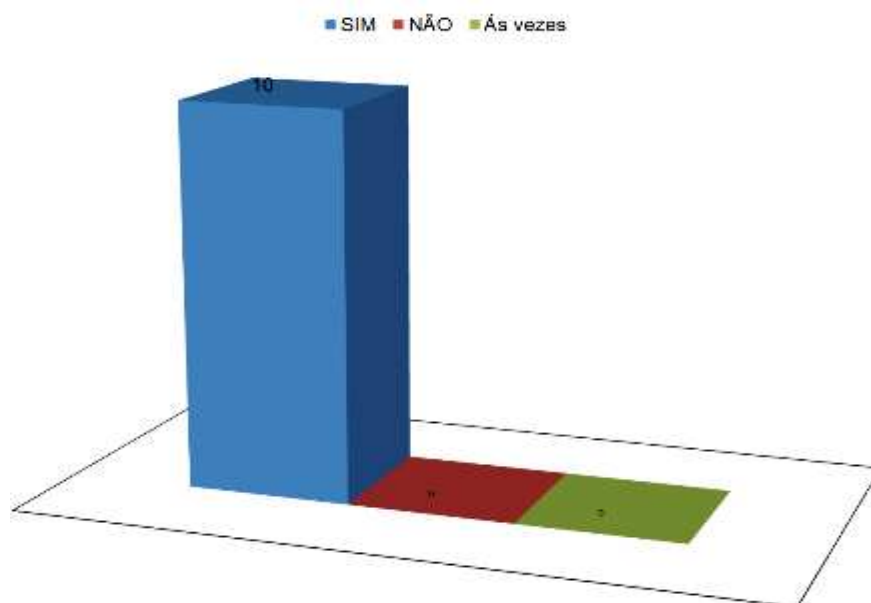


Figura 27 – Gráfico referente ao auxílio que o SE fornecerá ao usuário

Conforme o gráfico da Figura 27, 100% dos entrevistados concordaram que o Sistema Especialista EXPERT-AIT pode ser útil no serviço diário de emissão de auto de infração permitindo uma maior eficiência na administração de trânsito.

O gráfico da Figura 28 trata-se das tarefas diárias dos entrevistados com o uso do EXPERT-AIT, considerando que no cotidiano dos policiais militares existem vários tipos de ocorrências, por exemplo, uma notificação de trânsito, uma abordagem, um acompanhamento tático, entre outros. “Estas respostas apresentavam-se conforme a seguinte classificação: “Sim”, “Não”, “Às vezes”, quase sempre”.

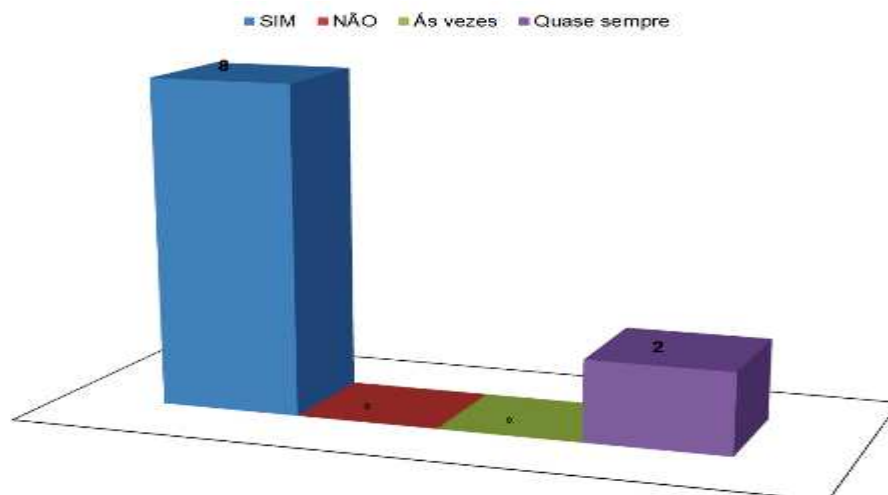


Figura 28 – Gráfico Referente a Funcionalidade

Ao analisarmos o gráfico, constatou-se que 80 % dos entrevistados, concordam, dizem que sim, que as opções fornecidas pelo programa estão de acordo com sua tarefa/funcionalidade, enquanto 20% discordam e dizem quase sempre. As respostas fora consideradas adequadas porque o serviço da Polícia Militar não se aplica somente ao trânsito.

### 6.3 Resultados da Técnica de Observação Direta

A observação direta in loco é fundamental para que o analista possa descrever a situação de uso como ela realmente vem ocorrendo na prática. Essa técnica é frequentemente usada para complementar informações obtidas com outras técnicas, por exemplo, entrevistas e questionários.

O analista observa sem intervir diretamente no processo, mas ele interage com a pessoa que está sendo observada. Pode ser usada para diversas finalidades como:

- Processo e confirmação dos resultados de um questionário
- Identificação de documentos que devem ser coletados para análise posterior
- Esclarecimento do que está sendo feito no ambiente atual e de que forma
- Tarefas similares.

Antes de iniciar a observação direta o analista identificou as áreas de usuário a serem observadas e obteve a aprovação do comandante responsável. Foram obtidos os nomes e as funções das pessoas chave que seriam envolvidas no estudo da observação. Explicado para as pessoas observadas o que foi feito e por quê. Para aplicação deste método foi realizado um

Comando de Trânsito na Avenida Engenheiro Mesquita, utilizado 2 (duas) radio patrulhas para efetuar as abordagens.

Durante a aplicação da técnica observou-se os usuários/policiais emitindo o AIT de maneira tradicional e com o sistema especialista EXPERT-AIT. Foi observado e registrado o tempo do início da abordagem até o término das confecções dos AITs para cada veículo irregular. Não foram observadas as exceções que podem ocorrer no cotidiano.

Após a técnica aplicada foram documentados os resultados e elaborado o gráfico apresentado na Figura 29, que se refere ao uso prático do Sistema Especialista num comando de trânsito.

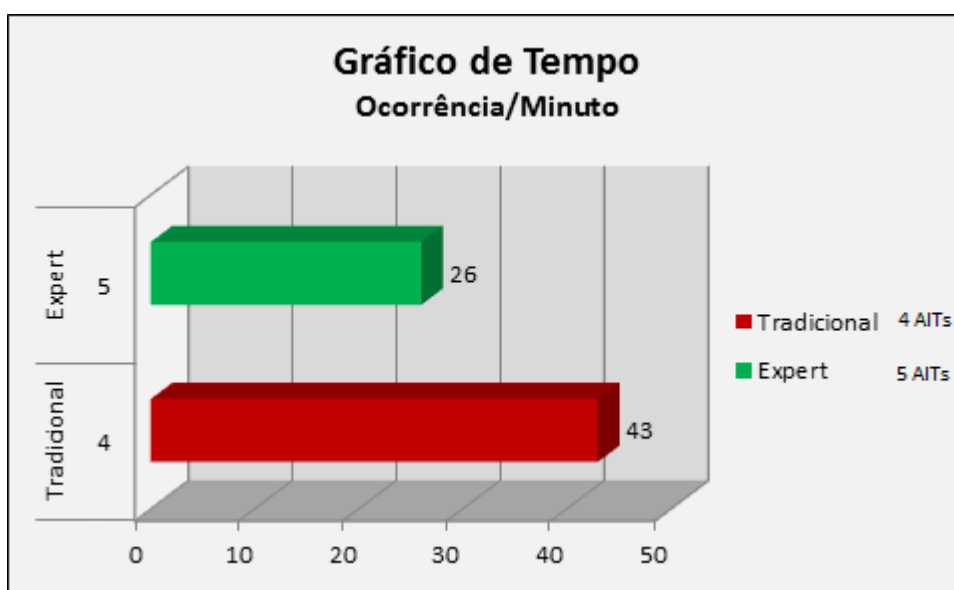


Figura 29 – Gráfico Operacional

Foram abordados 17 veículos, sendo que num veículo foi constatado várias alterações e confeccionado quatro AITs pelo método tradicional, levando 43 minutos desde o início da abordagem até a conclusão dos procedimentos de trânsito.

Um segundo veículo foi abordado nas mesmas condições, sendo confeccionados cinco AITS e aplicado o EXPERT-AIT através de um notebook, contabilizando 26 minutos do início da abordagem até a conclusão de cinco AITs pela guarnição.

#### 6.4 Considerações da Avaliação

As técnicas do questionário e da observação direta foram consideradas satisfatórias para avaliar o Sistema Especialista EXPERT-AIT porque possibilitou avaliar se o Sistema Especialista proposto auxiliou o policial na tomada de decisões sobre qual artigo e

desdobramento deveria ser aplicado ao infrator de trânsito ao constatar uma transgressão em um dos artigos do Código de Trânsito Brasileiro. E medir o tempo de duração da atuação do policial militar na busca de dados para preencher a AIT.

## 7. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foi construído um sistema especialista, denominado EXPERT-AIT, para auxiliar o policial a identificar os códigos e os desdobramentos necessários para o correto preenchimento de um Auto de Infração de Trânsito.

Para a modelagem do processo de desenvolvimento do SE foi utilizado a UML e para a implementação foi utilizada a ferramenta *Shell Expert SINTA*. Observou-se que a ferramenta *Shell Expert SINTA* utilizada para elaboração das regras de produção se apresentou como sendo de enorme importância, pois facilitou o desenvolvimento do Sistema Especialista, reduzindo assim tempo da elaboração do mesmo.

Na avaliação do EXPERT-AIT foram utilizadas as técnicas de observação direta e questionário. A observação direta com o objetivo de medir o tempo do policial na busca de dados para preencher a AIT. E o questionário com objetivo de avaliar se o Sistema Especialista EXPERT-AIT auxiliou o policial na tomada de decisões sobre qual multa aplicar ao constatar uma infração de trânsito.

Como resultado deste SE se obteve uma modernização no sistema de consulta para confeccionar os Autos de infrações de trânsito no 19º BPM, onde os policiais podem captar informações sobre um determinado desdobramento rapidamente e seletivamente.

Para o efetivo do 19º Batalhão da Polícia Militar o EXPERT-AIT apresentou as seguintes vantagens: auxiliou para reduzir as falhas humanas e acelerar tarefas; aumentou o desempenho na emissão dos AITs; apresentou estabilidade; preservou o conhecimento dos especialistas; contemplou hipóteses múltiplas nas perguntas; apresentou maior eficiência e otimização de resultados; possui maior rapidez na resolução de problemas; e soluciona problemas tão bem quanto um especialista humano.

Obtiveram-se críticas cem por cento positivas por parte dos usuários. O sistema apresentou-se funcional e atendeu as expectativas esperadas pelos usuários. Todos os usuários



foram unânimes em solicitar que fosse acrescida nos resultados do EXPERT-AIT a pontuação que os infratores receberão com os respectivos AITs.

Ao final deste trabalho, considera-se que todos os objetivos propostos foram alcançados satisfatoriamente. Como resultado obteve-se, além do aprendizado adquirido com o desenvolvimento do trabalho, um Sistema Especialista considerado pelos policiais como inovador, já que os mesmos até o presente momento não tinham visto nenhum outro com o foco apresentado. Considera-se ainda que, após melhorias e acréscimo de maiores funcionalidades, o sistema especialista proposto neste trabalho, possui grandes chances de aplicação no mercado.

### **Trabalhos Futuros:**

Com a intenção de dar continuidade a este Sistema Especialista, sugere-se a inclusão da pontuação referente às infrações e a implementação do Sistema Especialista numa linguagem orientada a objetos que permitirá a portabilidade do sistema em *Netbooks* e *Smartphone*.

Outra sugestão como trabalho futuro, será a disponibilização do EXPERT-AIT na Web, o que permitirá qualquer cidadão pesquisar os artigos com seus respectivos desdobramentos.

## REFERÊNCIAS

ABEL, Mara. **Sistemas Especialistas**. 1998. 46 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ALMEIDA, Maria Aparecida Fernandes. **Aprender, atividade inteligente: e se esta inteligência for parcialmente artificial?** 1999 115 f. Tese (Mestrado em Ciência da Computação) - Curso de Pós -graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

AZEVEDO, F. M. de, BRASIL, L. M., OLIVEIRA, R. C. L. de. **Redes Neurais com aplicações em controle e em Sistemas Especialistas**. Florianópolis: Bookstore, 2000.

AZEVEDO, Thiago dos A. **SEATTTC**: Um Sistema Especialista de Apoio a Decisão dos tipos de trabalhadores e rescisões de contratos. 2005. 67 f. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

BARRETO FILHO, P. S.; MACHADO, M. A. S.; MEDEIROS, V. Z. Um sistema de inferência nebuloso para apoio a tomada de decisão do analista de crédito de empresas de crédito pessoal. **Revista eletrônica de Sistemas de Informação**, Florianópolis, v. 7, n. 1, Jun. 2006. Disponível em: < <http://www.inf.ufsc.br/resi/edicao07/Artigo57.pdf>>. Acesso em: 20 de abril de 2012.

BARRETO, Jorge M. **Inteligência Artificial no Limiar do Século XXI**. 3. ed. Florianópolis: Duplic, 2001.

BARRETO, J. M. **Inteligência artificial: uma abordagem híbrida**. Editora PPP, 2001

BARRETO FILHO, P. S.; MACHADO, M. A. S.; MEDEIROS, V. Z. Um sistema de inferência nebuloso para apoio a tomada de decisão do analista de crédito de empresas de crédito pessoal. **Revista eletrônica de Sistemas de Informação**, Florianópolis, v. 7, n. 1, Jun. 2006. Disponível em: < <http://www.inf.ufsc.br/resi/edicao07/Artigo57.pdf>>. Acesso em: 17 de junho de 2012.

BATISTA, Emerson de Oliveira. **Sistema de Informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento** – São Paulo: Saraiva, 2004.

BARBIERI, Carlos. **BI - Business Intelligence - Modelagem & Tecnologia**. São Paulo: Axcel Books, 2001.

BITTENCOURT, Guilherme. **Inteligência Artificial: ferramentas e teorias**. 2. ed. Florianópolis : Editora da UFSC, 2001.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. **UML: guia do usuário**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 472 p.

Brasil, **Código de Trânsito Brasileiro**. **Código de Trânsito Brasileiro**: instituído pela Lei nº 9.503, de 23-9-97 - 1ª edição - Brasília: DENATRAN, 2008 708 p.: il.

BRASIL, L. M.; AZEVEDO, F. M.; BARRETO, J. M. Uma Arquitetura Híbrida para

Sistemas Especialistas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REDES NEURAI, 3, 1997, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Duplic.L.Caloba, 1997. p. 167-172.

LAUDON, J.A. **Sistemas de Informação com internet**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina (Ciasc). Disponível em: <<http://www.ciasc.sc.gov.br>> Acesso em: 22 de dez. de 2012.

**Código de Transito Brasileiro**. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/codigos/quadro\\_cod.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/codigos/quadro_cod.htm)>. Acesso em: 15 maio. 2012.

CARNEIRO, Joseval. **Comentários ao Código de Trânsito Brasileiro**. São Paulo: LTR, 1998.

CRIPPA, Maurício. **Sistemas Especialistas**: a engenharia do conhecimento aplicada às organizações. Florianópolis, 1999. Disponível em:

<<http://n27.udesc.br/demo/trabalhos/alunos/mc/index.html>>. Acesso em: 28 agos. 2012.

CRIPPA, Maurício. **Sistemas Especialistas**: a engenharia do conhecimento aplicada às organizações. Florianópolis, 1999. Disponível em:

<<http://n27.udesc.br/demo/trabalhos/alunos/mc/index.html>>. Acesso em: 22 maio. 2102.

DURKIN, John. **Expert systems: design and development**. Macmillan, 1994

HEINZLE, Roberto. **Protótipo de uma ferramenta para criação de sistemas especialistas baseados em regras de produção**. Florianópolis: novembro/1995 – Tese de Mestrado.

RICH, Elaine; KNIGHT, Kevin: **Inteligência Artificial**. Makron Books. 2ª. Edição. São Paulo, 1994. 722p.

LIEBOWITZ, J., “**The handbook of applied expert systems**”, USA, CRC Press LLC, 784p, 1998.

LIMA, C.M. Labidi, S. **Introdução a Inteligência Artificial**. Disponível

em: <<http://cynthiamlima.sites.uol.com.br/ia.html>>. Acesso em: 08 agos. 2012.

MITIDIERO, Nei Pires. **Comentários ao Código de Trânsito Brasileiro**: direito de trânsito e direito administrativo de trânsito. 2. ed. rev. aum. e atual. Rio de Janeiro: Forense, 2005.

**MINISTÉRIO DA JUSTIÇA**. Disponível em: <<http://www.mj.gov.br>> Acesso em 15 dez. 2012.

MONARD, Maria Carolina; BARANAUKAS, José Augusto. **Aplicações de Inteligência Artificial: Uma Visão Geral**. São Carlos: Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação de São Carlos, 2000.

NATALE, Ferdinando. **Automação industrial**. São Paulo: Érica, 2002.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. **Unified Modeling Language 2.1.1**. Needham, 2001. Disponível em: <[http://www.omg.org/technology/documents/modeling\\_spec\\_catalog.htm#UML](http://www.omg.org/technology/documents/modeling_spec_catalog.htm#UML)>. Acesso em: 18 dez. 2012.

PACHECO, I.C.M.; **Sistema Especialista para Monitoramento da Operação dos Equipamentos de Fiscalização Eletrônica de Velocidade** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

PEREIRA, M. D. **Protótipo de um Sistema Especialista Difuso para seleção de imóveis em imobiliária**. 2000. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

PILONE, Dan; PITMAN, Neil. **UML 2: rápido e prático**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2006.

PING, H., ZENGTANG Q, **Criminal Investigation Expert System Based on Extension Intelligence, 2º Conferência Internacional sobre Controle de Computação Avançada (ICACC)**, Volume: 2 Pag (s): 478-481, MAR 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=5486630&contentType=Conference+Publications>>. Acesso em 21 fev.2013.

**PORTARIA\_DENATRAM\_28\_07**. pdf. Disponível em: <<http://www.denatram.gov.br/download/Portarias/2007>>. Acesso em: 10 e agos de2012.

PRESSMAN, R. S.; **Software Engineering: A Practitioner's Approach**, 7 ed., McGraw Hill,. 2010.

REZENDE, S.O.; PRATI, R. **Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Manole, 2003.

RIBEIRO, Horácio de Cunha e Souza. **Introdução aos sistemas especialistas**. Rio de Janeiro LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., 1987.

RIBEIRO, Horacio da Cunha e Souza. **Introdução aos Sistemas Especialistas**. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1987. 142p.

RIZZARDO, Arnaldo. **Comentários ao Código de Trânsito Brasileiro**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1998.

RUSSEL, S. J, NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. Campus, São Paulo, 2004. 1040p.

SILVA, Paulo Sérgio Da. **O Código de Trânsito Brasileiro e a competência para executar o policiamento de trânsito**. Monografia de conclusão de Curso de Aperfeiçoamento de

Oficiais – I/98, Centro de Aperfeiçoamento e Estudo Superiores, Polícia Militar do Estado de São Paulo, São Paulo, 1998, p. 93.

SILVA, Daniel Rodrigues; POZZEBON, Eliane; ALMEIDA, Maria Aparecida Fernandes.

**Sistema especialista para auxílio ao diagnóstico de doenças em macieiras.** 2001 7 f.

Artigo - Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2001.

SILVEIRA, José Luiz Gonçalves Da. **Gestão do Conhecimento para a segurança pública e defesa do cidadão:** Bases estratégicas para uma política de educação continuada, pesquisa científica e inovação tecnológica. Florianópolis: Obra Jurídica, 2005. 157p.

STEINBACH, José Acácio. **Sistema Especialista para auxílio no diagnóstico da hierarquia de necessidades do simulador de empresas líder.** 2002. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2002.

## ANEXOS

### ***ANEXO I - Shell Expert Sinta***

O Expert SINTA é uma ferramenta computacional que utiliza técnicas de Inteligência Artificial para geração automática de sistemas especialistas. Esta ferramenta utiliza um modelo de representação do conhecimento baseado em regras de produção e probabilidades, tendo como objetivo principal simplificar o trabalho de implementação de sistemas especialistas através do uso de uma máquina de inferência compartilhada, da construção automática de telas e menus, do tratamento probabilístico das regras de produção e da utilização de explicações sensíveis ao contexto da base de conhecimento modelada. Um sistema especialista baseado em tal tipo de modelo é bastante útil em problemas de classificação. O usuário responde a uma sequência de menus, e o sistema encarregar-se-á de fornecer respostas que se encaixem no quadro apontado pelo usuário. Como exemplos, temos sistemas de diagnósticos médicos e configuração de redes de computadores. Entre outras características inerentes ao Expert SINTA, temos:

- Utilização do encadeamento para trás (*backward chaining*);
- Utilização de fatores de confiança;
- Ferramentas de depuração;
- Possibilidade de incluir ajudas on-line para cada base.

Os sistemas especialistas (SE) gerados no Expert SINTA seguem a arquitetura abaixo:



Arquitetura simplificada do  
Expert SINTA

Onde:

- Base de conhecimentos: representa a informação (fatos e regras) que um especialista utiliza, representada computacionalmente;
- Editor de bases: é o meio pelo qual a shell permite a implementação das bases desejadas;
- Máquina de inferência: é a parte do SE responsável pelas deduções sobre a base de conhecimentos;
  - Banco de dados global: são as evidências apontadas pelo usuário do sistema especialista durante uma consulta.

O objetivo do Expert SINTA é simplificar ao máximo as etapas de criação de um SE completo. Para tanto, já oferece uma máquina de inferência básica, fundamentada no encadeamento para trás (*backward chaining*).

O encadeamento para trás destaca-se em problemas nos quais há um grande número de conclusões que podem ser atingidas, mas o número de meios pelos quais elas podem ser alcançadas não é grande (um sistema de regras de alto grau de fan out), e em problemas nos quais não se pode reunir um número aceitável de fatos antes de iniciar-se a busca por respostas. O encadeamento para trás também é mais intuitivo para o desenvolvedor, pois é fundamentada na recursão, um meio elegante e racional de programação, para onde a própria

Programação em Lógica se direcionou. Em nenhum momento, porém, deixa-se de reconhecer que o encadeamento para frente (*forward chaining*) possui vantagens em determinadas ocasiões. É possível, entretanto, simular o encadeamento para frente, como será visto no capítulo II, Implementando o sistema.

O objetivo do Expert SINTA é simplificar ao máximo as etapas de criação de um SE completo. Para tanto, já oferece uma máquina de inferência básica, fundamentada no encadeamento para trás (*backward chaining*).

As regras de produção são populares por possuírem as seguintes vantagens:

- Modularidade: cada regra, por si mesma, pode ser considerada como uma peça de conhecimento independente;
- Facilidade de edição: novas regras podem ser acrescentadas e antigas podem ser modificadas com relativa independência;
- Transparência do sistema: garante maior legibilidade da base de conhecimentos.

Portanto, é preciso ter em mente que a modularidade de um sistema baseado nessa arquitetura permite a construção passo-a-passo da base de conhecimentos, ou seja, é possível realizar vários testes com apenas um subconjunto de regras concluído. Obviamente, sabe-se que menos regras implicam geralmente em um menor número de casos abrangidos.

As regras no *Expert SINTA*

Vejamos o seguinte exemplo (extraído da base SECAJU, um exemplo que acompanha o *Expert SINTA*):

SE	galerias nos ramos ou inflorescências	}	premissas
OU	inflorescências = murchas ou secas		da
E	brotações novas murchas		regra
E	orifícios laterais nos ramos ou inflorescências		
ENTÃO	praga = broca das pontas [90%]	}	conclusões

Regra de Produção



Denominam-se os consequentes de uma regra como as cabeças da regra e os antecedentes, caudas. Esta notação é proveniente da linguagem PROLOG, na qual as conclusões encabeçam as cláusulas.

Para o projetista do conhecimento que cria bases utilizando o *Expert SINTA*, o seguinte critério para definições de assertivas deve ser seguido:

( I ). A estrutura de cada cauda (premissa) deve obedecer ao seguinte modelo:

<conectivo>	<atributo>	<operador>	<valor>
-------------	------------	------------	---------

onde:

- *Conectivo* é um dos seguintes elementos utilizados na lógica clássica: NÃO, E, OU. Sua função é unir a sentença ao conjunto de premissas que formam a seção de antecedentes de uma regra.

- *Atributo* é uma variável capaz de assumir uma ou múltiplas instanciações no decorrer da consulta à base de conhecimentos. Cabe ao desenvolvedor definir o tipo de atributo. Um atributo é uma entidade totalmente abstrata, capaz de armazenar listas de valores cujo significado depende do contexto da base. Por exemplo, um atributo *doença*, no SECAJU, é capaz de ser instanciado a qualquer um ou vários elementos da lista de valores pré-definida [*mofo preto*, *oidio*, *antracnose*]. Números também podem ser atribuídos a variáveis;

- *Operador* é um elo entre o atributo e o valor da premissa que define o tipo de comparação a ser realizada. São operadores relacionais: =, >, <=, <>, entre outros;

- *Valor* é um item de uma lista a qual foi previamente criada e relacionada a um atributo. Como veremos posteriormente, a interface visual do *Expert SINTA* foi idealizada de modo a minimizar o trabalho do responsável pela implementação da base de conhecimentos. Para tanto, o *Expert SINTA* exige que os atributos sejam definidos antes de criarmos uma regra que o utilize. No momento da criação de um atributo, também é possível que seja definida uma lista de valores que constituirá o universo ao qual suas instanciações devem necessariamente pertencer. As listas criadas podem ser utilizadas para construção de *menus*, caso o sistema especialista necessite efetuar uma pergunta ao usuário referente àquele determinado atributo. Um valor também pode ser um número, caso o atributo o permita.

( II ). A estrutura de cada cabeça (conclusão) deve obedecer ao seguinte modelo:

<atributo>	=	<valor>	<grau de confiança>
------------	---	---------	---------------------

onde:

- *Atributo* equivale ao mesmo atributo usado em caudas;
- “=” é um operador de **atribuição** e não de igualdade. Ou seja, o atributo, nas cabeças de regra, é sempre instanciado a um valor. Dependendo se a variável pode ou não acumular múltiplas instanciações, o novo valor substituirá o antigo ou será empilhado com os demais.
- *Valor* equivale ao mesmo valor utilizado em caudas;
- *Grau de confiança* é uma porcentagem indicando a **confiabilidade** daquela conclusão específica da regra. O grau de confiança varia de 0% a 100%.

#### Conhecimento procedural x conhecimento declarativo

Quando uma pessoa tem conhecimento de algum fato, certamente ela poderá extrair tudo o que souber sobre aquele fato quando bem entender. Porém, na Inteligência Artificial, existe um problema a mais quanto ao uso do conhecimento.

Supõe-se que o conhecimento por si só já é o suficiente para a resolução de problemas. Essa é a ideia por trás do *conhecimento declarativo*: não há preocupações quanto ao seu uso, somente quanto à sua posse e especificação, e ela já garantirá o alcance dos objetivos desejados.

Porém, a realidade é bem mais problemática. Um computador não é capaz de decidir qual a próxima informação que ele utilizará para o desenvolvimento de uma atividade. Falta às máquinas um modo menos metódico e linear de ação. É necessário que especifiquemos uma estratégia de uso do seu “saber”. Mas, qual é o problema, quando a máquina possui o potencial necessário? Vejamos um exemplo:

Todos nós sabemos calcular o fatorial de um número. O fatorial de zero é um, e o fatorial dos demais números positivos é simplesmente ele multiplicado pelo fatorial do seu antecessor (como quando dizemos que o fatorial de 5 é 5 vezes o fatorial de 4). Ao colocarmos essa representação no computador, podemos representar simbolicamente por:

$$\text{Fatorial}(n) = n \times \text{Fatorial}(n - 1)$$

Ah, e é claro:  $\text{Fatorial}(0) = 1$

O conhecimento está aí: agora devemos ditar ao computador o meio pelo qual ele utilizará tais afirmativas. Uma estratégia bastante comum é simplesmente percorrer as informações na ordem: inicialmente, a primeira; depois, se necessário a seguinte, e assim vai. Mas, se desejarmos calcular o prosaico fatorial de 2? Para a máquina,  $\text{fatorial}(2) = 2 \times \text{fatorial}(1)$ . E quanto é o fatorial de 1? Nesse caso, devemos voltar à primeira informação de como se calcula o fatorial,  $\text{Fatorial}(n) = n \times \text{Fatorial}(n - 1)$ . Assim chegamos que  $\text{fatorial}(1)$  é 1 vezes fatorial de zero. E o fatorial de zero? Observe que, como temos um mecanismo fixo de extração de dados, não podemos avaliar a segunda informação enquanto não terminarmos a primeira. Assim, simplesmente o computador calcularia que o fatorial de zero é zero vezes o fatorial de menos um! E continuaria eternamente com essa regra.

Esse tipo de conhecimento que depende de uma regra de extração chamou de *conhecimento procedural*. Nota-se que, se simplesmente invertêssemos a ordem das informações, chegaríamos a um resultado (sempre antes de calcular um fatorial de um número, a máquina verificaria se esse número é zero)! Por isso, o uso do conhecimento é uma questão maior que simplesmente uma descrição do saber.

O Expert SINTA utiliza o encadeamento para trás, o modo mais comum de utilização de um sistema especialista. O projetista deve incluir na definição da base quais os atributos que devem ser encontrados (ou seja, os objetivos - *goals* - do sistema especialista). A máquina de inferência encarrega-se de encontrar uma atribuição para o atributo desejado nas conclusões das regras (após o ENTÃO...). Obviamente, para que a regra seja aprovada, suas premissas devem ser satisfeitas, obrigando à máquina a encontrar os atributos das premissas para que possam ser julgadas, acionando um encadeamento recursivo. Caso o atributo procurado não seja encontrado em nenhuma conclusão de regra, uma pergunta direta é feita ao usuário.

Exemplo de encadeamento para trás

Sejam as seguintes regras um sistema especialista para “decidir se devo ou não ir à praia amanhã”.

REGRA 1

SE amanhã pode chover = Não  
 E tenho dinheiro suficiente = Sim  
 E tenho tempo suficiente = Sim  
 ENTÃO devo ir à praia = Sim

#### REGRA 2

SE amanhã pode chover = Sim  
 OU tenho dinheiro suficiente = Não  
 OU tenho tempo suficiente = Não  
 ENTÃO devo ir à praia = Não

#### REGRA 3

SE o serviço de meteorologia disse que vai chover amanhã = Sim  
 ENTÃO amanhã pode chover = Não

#### REGRA 4

SE não vou sair hoje = Sim  
 E nenhuma emergência ocorrer = Sim  
 ENTÃO tenho dinheiro suficiente = Sim

#### REGRA 5

SE minha namorada ligar = Sim  
 ENTÃO não vou sair hoje = Não

#### REGRA 6

SE meu orientador passar trabalho extra = Sim  
 ENTÃO tenho tempo suficiente = Não

Examinando o pequeno sistema especialista acima, claramente distinguimos que o seu objetivo é determinar o valor da variável devo ir à praia. Então, iniciamos a busca por ela. O Expert SINTA procura as regras nas quais a variável sendo procurada no momento pode receber um valor se a regra for aceita (ou seja, quando ela aparece após o ENTÃO). Em seguida, a máquina de inferência verifica se a regra vale ou não. No exemplo dado, o sistema avalia a regra 1 para poder determinar se devo ir à praia ou não. Mas, para isso, temos que determinar se todas as premissas (amanhã pode chover = Não, tenho dinheiro suficiente =

Sim, tenho tempo suficiente = Sim) são verdadeiras. Para descobrir se amanhã pode chover, tenho que repetir o processo, avaliando a regra 3. Agora tenho que saber se a meteorologia disse sobre a possibilidade de chuva amanhã. Como não existe nenhuma regra que possa concluir o que a meteorologia disse, o Expert SINTA realiza uma pergunta ao usuário, do tipo “A meteorologia afirmou se amanhã pode chover (Sim/Não)?” (claro, o computador não irá criar uma frase, essa é uma das tarefas do criador da base de conhecimento - veja o capítulo II, Implementando o sistema, para maiores detalhes).

Se a meteorologia disser que amanhã vai chover, então primeira premissa da regra 1 passará no teste (quem confia nos serviços meteorológicos?). Avaliando a segunda premissa e repetindo o processo do encadeamento para trás, chegamos à regra 4. Mas, para descobrir se eu vou sair hoje ou não, é preciso recorrer à regra 5 (observa-se a forte idéia de recursão no backward chaining). A regra 5 leva a uma pergunta, pela qual concluiremos se tal regra vai ser aprovada. Se realmente for aprovada, a primeira premissa da regra 4 é verdadeira, fazendo com que verifiquemos agora a segunda premissa. Quando todas as premissas da primeira regra forem avaliadas, podemos determinar se a regra 1 foi aprovada ou não. Caso contrário, passamos para a próxima regra que possa concluir um valor para a variável devo ir à praia.

## ANEXO II - Tabela de Desdobramentos e Enquadramentos de Notificações

501-00	Dirigir veículo sem possuir cnh ou permissão para dirigir	162 * i
502-91	Dirigir veículo com cnh cassada	162 * ii
502-92	Dirigir veículo com permissão para dirigir cassada	162 * ii
502-93	Dirigir veículo com cnh ou ppd com suspensão do direito de dirigir	162 * ii
503-71	Dirigir veículo com cnh de categoria diferente da do veículo	162 * iii
503-72	Dirigir veículo com ppd de categoria diferente da do veículo	162 * iii
504-50	Dirigir veículo com validade da cnh ou ppd vencida há mais de 30 dias	162 * v
505-31	Dirigir veículo sem usar lentes corretoras de visão	162 * vi
505-32	Dirigir veículo sem usar aparelho auxiliar de audição	162 * vi
505-33	Dirigir veículo sem usar aparelho auxiliar de prótese física	162 * vi
505-34	Dirigir veículo s/ adaptações impostas na concessão/renovação licença conduzir	162 * vi
506-10	Entregar veículo a pessoa sem cnh ou permissão para dirigir	163 c/c 162 * i
507-01	Entregar veículo a pessoa com cnh cassada	163 c/c 162 * ii
507-02	Entregar veículo a pessoa com permissão para dirigir cassada	163 c/c 162 * ii
507-03	Entregar veículo a pessoa com cnh ou ppd com suspensão do direito de dirigir	163 c/c 162 * ii
508-81	Entregar veículo a pessoa com cnh de categoria diferente da do veículo	163 c/c 162 * iii
508-82	Entregar veículo a pessoa com ppd de categoria diferente da do veículo	163 c/c 162 * iii
509-60	Entregar veículo a pessoa com cnh vencida há mais de 30 dias	163 c/c 162
510-01	Entregar o veículo a pessoa sem usar lentes corretoras de visão	163 c/c 162 * vi
510-02	Entregar o veículo a pessoa sem usar aparelho auxiliar de audição	163 c/c 162 * vi
510-03	Entregar o veículo a pessoa sem aparelho de prótese física	163 c/c 162 * vi
510-04	Entregar veículo pessoa s/ adaptações impostas concessão/renovação licença	163 c/c 162

	conduzir	* vi
511-80	Permitir posse/condução do veículo a pessoa sem cnh ou ppd	164 c/c 162 * i
512-61	Permitir posse/condução do veículo a pessoa com cnh cassada	164 c/c 162 * ii
512-62	Permitir posse/condução do veículo a pessoa com ppd cassada	164 c/c 162 * ii
512-63	Permitir posse/condução veículo pessoa com cnh/ppd c/ suspensão direito de dirigir	164 c/c 162 * ii
513-41	Permitir posse/condução veículo a pessoa com cnh categoria diferente da do veículo	164 c/c 162 * iii
513-42	Permitir posse/condução veículo a pessoa com ppd categoria diferente da do veículo	164 c/c 162 * iii
514-20	Permitir posse/condução do veículo a pessoa com cnh vencida há mais de 30 dias	164 c/c 162 * v
515-01	Permitir posse/condução do veículo a pessoa sem usar lentes corretoras de visão	164 c/c 162 * vi
515-02	Permitir posse/condução do veículo a pessoa s/ usar aparelho auxiliar de audição	164 c/c 162 * vi
515-03	Permitir posse/condução do veículo a pessoa sem usar aparelho de prótese física	164 c/c 162 * vi
515-04	Permitir posse/conduzir veículo s/ adaptações impostas concessão/renovação licença condutor	164 c/c 162 * vi
516-91	Dirigir sob influência de álcool	165
516-92	Dirigir sob influência subst. entorpecente ou q determine dependência físico-psíquica	165
517-70	Confiar/entregar veículo pessoa c/ estado físico/psíquico s/ condições dirigir segurança	166
518-51	Deixar o condutor de usar o cinto segurança	167
518-52	Deixar o passageiro de usar o cinto segurança	167
519-30	Transportar criança sem observância das normas de segurança estabelecidas p/ ctb	168
520-70	Dirigir sem atenção ou sem os cuidados indispensáveis à segurança	169
521-51	Dirigir ameaçando os pedestres que estejam atravessando a via pública	170
521-52	Dirigir ameaçando os demais veículos	170
522-31	Usar veículo para arremessar sobre os pedestres água ou detritos	171

522-32	Usar veículo para arremessar sobre os veículos água ou detritos	171
523-11	Atirar do veículo objetos ou substâncias	172
523-12	Abandonar na via objetos ou substâncias	172
524-00	Disputar corrida por espírito de emulação	173
525-81	Promover na via competição esportiva sem permissão	174
525-82	Promover na via eventos organizados sem permissão	174
525-83	Promover na via exibição e demonstração de perícia em manobra de veículo	174
526-61	Participar na via como condutor em competição esportiva, sem permissão.	174
526-62	Participar na via como condutor em evento organizado, sem permissão.	174
526-63	Participar como condutor exibição/demonstração perícia em manobra de veículo s/ permissão.	174
527-41	Utilizar-se de veículo para demonstrar ou exibir manobra perigosa	175
527-42	Utilizar-se de veículo para demonstrar ou exibir arrancada brusca	175
527-43	Utilizar-se de veículo para demonstrar ou exibir derrapagem ou frenagem	175
528-20	Deixar o condutor envolvido em acidente, de prestar ou providenciar socorro a vítima.	176 * i
529-00	Deixar o condutor envolvido em acidente, de adotar providências p/ evitar perigo p/o trânsito.	176 * ii
530-40	Deixar o condutor envolvido em acidente, de preservar local p/ trabalho polícia/perícia.	176 * iii
531-20	Deixar o condutor envolvido em acidente, de remover o veículo local quando determinado policial/agente.	176 * iv
532-00	Deixar o condutor envolvido em acidente, de identificar-se policial e prestar informação p/o BO.	176 * v
533-90	Deixar o condutor de prestar socorro vítima acidente de trânsito, quando solicitado pelo agente.	177
534-70	Deixar o condutor envolvido em acidente s/ vítima, de remover o veículo do local.	178
535-50	Fazer ou deixar que se faça reparo em veículo, em rodovia e via de trânsito rápido	179 * i
536-30	Fazer/deixar que se faça reparo em veículo nas vias (q não rodovia/trânsito rápido)	179 * ii
537-10	Ter seu veículo imobilizado na via por falta de combustível	180
538-00	Estacionar nas esquinas e a menos de 5m do alinhamento da via transversal	181 * i



539-80	Estacionar afastado da guia da calçada (meio-fio) de 50cm a 1m	181 * ii
540-10	Estacionar afastado da guia da calçada (meio-fio) a mais de 1m	181 * iii
541-00	Estacionar em desacordo com as posições estabelecidas no ctb	181 * iv
542-81	Estacionar na pista de rolamento das estradas	181 * v
542-82	Estacionar na pista de rolamento das rodovias	181 * v
542-83	Estacionar na pista de rolamento das vias de trânsito rápido	181 * v
542-84	Estacionar na pista de rolamento das vias dotadas de acostamento	181 * v
543-60	Estacionar junto/sobre hidrante de incêndio, de água/tampa de poço.	181 * vi
544-40	Estacionar o veículo nos acostamentos	181 * vii
545-21	Estacionar no passeio	181 * viii
545-22	Estacionar sobre faixa destinada a pedestre	181 * viii
545-23	Estacionar sobre ciclovia ou ciclo faixa	181 * viii
545-24	Estacionar nas ilhas ou refúgios	181 * viii
545-25	Estacionar ao lado ou sobre canteiro central	181 * viii
545-26	Estacionar ao lado/sobre divisores de pista de rolamento/marcas de canalização	181 * viii
545-27	Estacionar ao lado ou sobre gramado ou jardim pública	181 * viii
546-00	Estacionar em guia de calçada rebaixada destinada a entrada/saída de veículos	181 * ix
547-90	Estacionar impedindo a movimentação de outro veículo	181 * x
548-70	Estacionar ao lado de outro veículo em fila dupla	181 * xi
549-50	Estacionar na área de cruzamento de vias	181 * xii
550-90	Estacionar no ponto de embarque/desembarque de passageiro transporte coletivo	181 * xiii
551-71	Estacionar nos viadutos	181 * xiv
551-72	Estacionar nas pontes	181 * xiv
551-73	Estacionar nos túneis	181 * xiv
552-50	Estacionar veículo na contramão de direção	181 * xv
553-30	Estacionar a lanteira/declive e freio e sem calço segurança, pbt superior a 3500 kg	181 * xvi
554-11	Estacionar em desacordo com a regulamentação especificada pela sinalização	181 * xvii

554-12	Estacionar em desacordo com a regulamentação - estacionamento rotativo	181 * xvii
554-13	Estacionar em desacordo com a regulamentação - ponto ou vaga de taxi	181 * xvii
554-14	Estacionar em desacordo com a regulamentação - vaga de carga/descarga	181 * xvii
554-15	Estacionar em desacordo com a regulamentação - vaga portador necessidade especiais	181 * xvii
554-16	Estacionar em desacordo com a regulamentação - vaga idoso	181 * xvii
555-00	Estacionar em local/horário proibido especificamente pela sinalização	181 * xviii
556-80	Estacionar local/horário de estacionamento e parada proibidos pela sinalização	181 * xix
557-60	Parar nas esquinas e a menos 5m do bordo do alinhamento da via transversal	182 * i
558-40	Parar afastado da guia da calçada (meio-fio) de 50 cm a 1m	182 * ii
559-20	Parar afastado da guia da calçada (meio-fio) a mais de 1m	182 * iii
560-60	Parar em desacordo com as posições estabelecidas no ctb	182 * iv
561-41	Parar na pista de rolamento das estradas	182 * v
561-42	Parar na pista de rolamento das rodovias	182 * v
561-43	Parar na pista de rolamento das vias de transito rápido	182 * v
561-44	Parar na pista de rolamento das demais vias dotadas acostamento	182 * v
562-21	Parar no passeio/calçada	182 * vi
562-22	Parar sobre faixa destinada a pedestres	182 * vi
562-23	Parar nas ilhas ou refúgios	182 * vi
562-24	Parar nos canteiros centrais	182 * vi
562-25	Parar nos divisores de pista de rolamento e marcas de canalização	182 * vi
563-00	Parar na área de cruzamento de vias	182 * vii
564-91	Parar nos viadutos	182 * viii
564-92	Parar nas pontes	182 * viii
564-93	Parar nos tuneis	182 * viii
565-70	Parar na contra mão de direção	182 * ix
566-50	Parar em local/horário proibido especificamente pela sinalização	182 * x
567-31	Parar sobre faixa de pedestres na mudança de sinal luminoso	183
567-32	Parar sobre faixa de pedestres na mudança de sinal luminoso (fisc eletrênica)	183

568-10	Transitar na faixa/pista da direita regulamentação circulação exclusiva determ. Veiculo	184 * i
569-00	Transitar na faixa/pista da esquerda regulamentação circulação exclusiva determ. Veiculo	184 * ii
570-30	Deixar de conservar o veiculo na faixa a ele destinada pela sinalização de regulamentação	185 * i
571-10	Deixar de conservar nas faixas da direita o veiculo lento e de maior porte	185 * ii
572-00	Transitar pela contramão de direção em via com duplo sentido de circulação	186 * i
573-80	Transitar pela contramão de direção em via c/ sinalização de regulamentação sentido único	186 * ii
574-61	Transitar em local/horário não permitido pela regulamentação estabelecida pela autoridade	187 * i
574-62	Transitar em local/horário não permitido pela regulamentação - rodizio	187 * i
574-63	Transitar em local/horário não permitido pela regulamentação - veiculo de carga	187 * i
576-20	Transitar ao lado de outro veiculo, interrompendo ou perturbando o transito.	188
577-01	Deixar de dar passagem a veiculo precedido de batedores devidamente identificados	189
577-02	Deixar de dar passagem a veiculo socorro de incêndio em serviço urgência devidamente identificado	189
577-03	Deixar de dar passagem a veiculo de policia em serviço de urgência devidamente identificado	189
577-04	Deixar de dar passagem a veiculo de operação e fiscalização de transito devidamente identificado	189
577-05	Deixar de dar passagem à ambulância em serviço de urgência devidamente identificada	189
578-90	Seguir veiculo em serviço urgência devidamente identificados p/ alarme sonoro/ iluminação vermelha	190
579-70	Forçar passagem entre veículos transitando sentido opostos na iminência realizar ultrapassagem	191
580-00	Deixar guardar distancia segurança lateral/front entre seu veiculo e demais e ao bordo pista	192
581-91	Transitar com o veiculo em calçadas, passeios.	193
581-92	Transitar com o veiculo em ciclovias, ciclo faixas.	193
581-93	Transitar com o veiculo em ajardinamentos, gramados, jardins públicos.	193
581-94	Transitar com o veiculo em canteiros centrais	193

581-95	Transitar com o veículo em ilhas, refúgios.	193
581-96	Transitar com o veículo em divisores de pista de rolamento, marca de coalização.	193
581-97	Transitar com o veículo em acostamentos	193
581-98	Transitar com o veículo em passarelas	193
582-70	Transitar em marcha ré, salvo na distância necessária a pequenas manobras	194
583-50	Desobedecer às ordens emanadas da autoridade competente de trânsito ou de seus agentes	195
584-31	Deixar de indicar c/ antecedência, mediante gesto de braço/luz indicadora, início da marcha.	196
584-32	Deixar de indicar c/ antecedência, mediante gesto de braço/luz indicadora, manobra de parar.	196
584-33	Deixar de indicar c/ antecedência, mediante gesto de braço/luz indicadora, mudança direção.	196
584-34	Deixar de indicar c/ antecedência, mediante gesto de braço/luz indicadora, mudança de faixa.	196
585-11	Deixar de deslocar c/antecedência veículo p/ faixa mais a esquerda quando for manobrar	197
585-12	Deixar de deslocar c/antecedência veículo p/ faixa mais a direita quando for manobrar	197
586-00	Deixar de dar passagem pela esquerda, quando solicitado.	198
587-80	Ultrapassar pela direita, salvo quando o veículo da frente der sinal p/ entrar esquerda.	199
588-60	Ultrapassar pela direita veículo de transporte coletivo parado para embarque /desembarque passageiro	200
589-40	Deixar de guardar a distância lateral de 1,50m ao passar/ultrapassar bicicleta	201
590-80	Ultrapassar pelo acostamento.	202 * i
591-61	Ultrapassar em interseções	202 * ii
591-62	Ultrapassar em passagem de nível	202 * ii
592-41	Ultrapassar pela contramão nas curvas sem visibilidade suficiente	203 * i
592-42	Ultrapassar pela contramão nos aclives ou declives, sem visibilidade suficiente.	203 * i
593-20	Ultrapassar pela contramão nas faixas de pedestre.	203 * ii
594-01	Ultrapassar pela contramão nas pontes	203 * iii
594-02	Ultrapassar pela contramão nos viadutos	203 * iii

594-03	Ultrapassar pela contramão nos tuneis	203 * iii
595-91	Ultrapassar pela contramão veiculo parado em fila junto sinal luminoso	203 * iv
595-92	Ultrapassar pela contramão veiculo parado em fila junto a cancela/porteira	203 * iv
595-93	Ultrapassar pela contramão veiculo parado em fila junto a cruzamento	203 * iv
595-94	Ultrapassar pela contramão veiculo parado em fila junto qq impedimento à circulação	203 * iv
596-70	Ultrapassar contramão linha de divisão de fluxos opostos, continua amarela	203 * v
597-50	Deixar de parar no acostamento à direita, p/ cruzar pista ou entrar a esquerda	204
598-30	Ultrapassar veiculo em movimento que integre cortejo/desfile/formação militar	205
599-10	Executar operação de retorno em locais proibidos pela sinalização	206 * i
600-91	Executar operação de retorno nas curvas	206 * ii
600-92	Executar operação de retorno nos aclives ou declives	206 * ii
600-93	Executar operação de retorno nas pontes	206 * ii
600-94	Executar operação de retorno nos viadutos	206 * ii
600-95	Executar operação de retorno nos tuneis	206 * ii
601-71	Executar operação de retorno passando por cima de calçada, passeio	206 * iii
601-72	Executar operação de retorno passando por cima de ilha, refugio	206 * iii
601-73	Executar operação de retorno passando por cima de ajardinamento	206 * iii
601-74	Executar operação de retorno passando por cima de canteiro de divisor de pista	206 * iii
601-75	Executar operação de retorno passando por cima de faixa de pedestres	206 * iii
601-76	Executar operação de retorno passando por cima de faixa de veiculo não motorizados	206 * iii
602-50	Executar retorno nas interseções, entrando na contramão da via transversal	206 * iv
603-30	Executar retorno c/prejuízo da circulação/segurança ainda que em local permitido	206 * v
604-11	Executar operação de conversão a direita em local proibido pela sinalização	207
604-12	Executar operação de conversão a esquerda em local proibido pela sinalização	207
605-01	Avançar o sinal vermelho do semáforo	208
605-02	Avançar o sinal de parada obrigatória	208

605-03	Avançar o sinal vermelho do semáforo - fiscalização eletrônica	208
606-81	Transpor bloqueio viário com ou sem sinalização ou dispositivos auxiliares	209
606-82	Deixar de adentrar as áreas destinadas a pesagem de veículos	209
606-83	Evadir-se para não efetuar o pagamento do pedágio	209
607-60	Transpor bloqueio viário policial	210
608-41	Ultrapassar veículos motorizados em fila, parados em razão de sinal luminoso	211
608-42	Ultrapassar veículos motorizados em fila, parados em razão de cancela.	211
608-43	Ultrapassar veículo motorizados em fila parados em razão de bloqueio viário parcial	211
608-44	Ultrapassar veículos motorizados em fila, parados em razão de qualquer obstáculo.	211
609-20	Deixar de parar o veículo antes de transpor linha férrea.	212
610-60	Deixar de parar sempre que a marcha for interceptada por agrupamento de pessoas	213 * i
611-40	Deixar de parar sempre que a marcha for interceptada por agrupamento de veículos	213 * ii
612-20	Deixar de dar preferência a pedestre/ veículo n motorizado na faixa a ele destinada	214 * i
613-00	Deixar de dar preferência a pedestre/ veículo n motorizado que n haja concluído a travessia	214 * ii
614-90	Deixar de dar preferência a pedestre portador deficiência física /criança /idoso/gestante	214 * iii
615-70	Deixar de dar preferência a pedestre/ veículo n motorizado quando iniciada travessia s/sinalizada	214 * iv
616-50	Deixar de dar preferência a pedestre/ veículo não motorizado atravessando a via transversal	214 * v
617-31	Deixar de dar preferência em interseção n sinalizada veículo circulando por rodovia.	215 * i * a
617-32	Deixar de dar preferência em interseção n sinalizada veículo circulando por rotatória	215 * i * a
617-33	Deixar de dar preferência em interseção não sinalizada veículo que vier da direita.	215 * i * b
618-10	Deixar de dar preferência em interseções com sinalização de "de a preferência"	215 * ii
619-00	Entrar/sair área lindeira sem precaução com a segurança de pedestres e veículos	216

625-40	Transitar em velocidade inferior a metade da máxima, salvo faixa direita.	219
626-20	Deixar de reduzir a velocidade quando se aproximar de passeata /aglomeração/desfile/etc	220 * i
627-00	Deixar de reduzir a velocidade onde o transito esteja sendo controlado pelo agente	220 * ii
628-91	Deixar de reduzir a velocidade do veiculo ao aproximar-se da guia da calçada	220 * iii
628-92	Deixar de reduzir a velocidade do veiculo ao aproximar-se do acostamento	220 * iii
629-70	Deixar de reduzir velocidade do veiculo ao aproximar-se interseção n sinalizada	220 * iv
630-00	Deixar reduzir velocidade nas vias rurais cuja faixa domínio não esteja cercada	220 * v
631-90	Deixar de reduzir a velocidade nos trechos em curva de pequeno raio	220 * vi
632-70	Deixar de reduzir velocidade ao aproximar local sinalizado advert de obras/trabalhadores	220 * vii
633-50	Deixar de reduzir a velocidade sob chuva/neblina/cerração/ventos fortes	220 * viii
634-30	Deixar de reduzir a velocidade quando houver má visibilidade	220 * ix
635-10	Deixar de reduzir velocidade quando pavimento se apresentar escorregadio /regular/defeituoso/avariado	220 * x
636-00	Deixar de reduzir a velocidade + aproximação de animais na pista	220 * xi
637-80	Deixar de reduzir a velocidade do veiculo de forma compatível com a segurança, em declive.	220 * xii
638-60	Deixar de reduzir a velocidade do veiculo de forma compatível c/ segurança ao ultrapassar ciclista	220 * xiii
639-41	Deixar de reduzir a velocidade nas proximidades de escolas	220 * xiv
639-42	Deixar de reduzir a velocidade nas proximidades de hospitais	220 * xiv
639-43	Deixar de reduzir velocidade próxima estação embarque/desembarque passageiros	220 * xiv
639-44	Deixar de reduzir velocidade onde haja intensa movimentação de pedestres	220 * xiv
640-80	Portar no veiculo placas de identificação em desacordo com as especificações/modelo CONTRAN	221
641-60	Confeccionar/distribuir/colocar veiculo próprio/terceiro placa identificação desacordo CONTRAN	221 pr unico
642-40	Deixar de manter ligado em emergência sistema iluminação vermelha intermitente ainda q parado	222
643-21	Transitar com farol desregulado perturbando a visão de outro condutor	223

643-22	Transitar com o fecho de luz alta perturbando a visão de outro condutor	223
644-00	Fazer uso do fecho de luz alta dos faróis em vias providas de iluminação publica	224
645-91	Deixar de sinalizar via p/ tornar visível local quando tiver remover veículo da pista	225 * i
645-92	Deixar de sinalizar a via p/ tornar visível o local quando permanecer acostamento	225 * i
646-70	Deixar de sinalizar a via p/ tornar visível o local quando a carga for derramada	225 * ii
647-50	Deixar de retirar qualquer objeto utilizado para sinalização temporária da via	226
648-30	Usar buzina que não a de toque breve como advertência a pedestre ou condutores	227 * i
649-10	Usar buzina prolongada e sucessivamente a qualquer pretexto.	227 * ii
650-50	Usar buzina entre os vinte e duas e às seis horas	227 * iii
651-30	Usar buzina em locais e horários proibidos pela sinalização	227 * iv
652-10	Usar buzina em desacordo com os padrões e frequências estabelecidas pelo CONTRAN	227 * v
653-00	Usar no veículo equipamento c/ som em volume/frequência não autorizados pelo CONTRAN	228
654-81	Usar no veículo alarme q perturbe o sossego publico em desacordo normas do CONTRAN	229
654-82	Usar no veículo aparelho produza som/ruído perturbe sossego publico desacordo CONTRAN	229
655-61	Conduzir o veículo com o lacre de identificação violado/falsificado	230 * i
655-62	Conduzir o veículo com a inscrição do chassi violada/falsificada	230 * i
655-63	Conduzir o veículo com o selo violado/falsificado	230 * i
655-64	Conduzir o veículo com a placa violada/falsificada	230 * i
655-65	Conduzir o veículo com qualquer outro elemento de identificação violado/falsificado	230 * i
656-40	Conduzir o veículo transportando passageiros em compartimento de carga	230 * ii
657-20	Conduzir o veículo com dispositivo antirradar	230 * iii
658-00	Conduzir o veículo sem qualquer uma das placas de identificação	230 * iv
659-91	Conduzir o veículo que não esteja registrado	230 * v
659-92	Conduzir o veículo registrado que não esteja devidamente licenciado	230 * v



660-20	Conduzir o veículo com qualquer uma das placas sem legibilidade e visibilidade	230 * vi
661-01	Conduzir o veículo com a cor alterada	230 * vii
661-02	Conduzir o veículo com característica alterada	230 * vii
662-90	Conduzir veículo sem ter sido submetido a inspeção de segurança veicular, quando obrigatória	230 * viii
663-71	Conduzir o veículo sem equipamento obrigatório	230 * ix
663-72	Conduzir o veículo com equipamento obrigatório ineficiente/inoperante	230 * ix
664-50	Conduzir veículo com equipamento obrigatório em desacordo com o estabelecido pelo CONTRAN	230 * x
665-31	Conduzir o veículo com descarga livre	230 * xi
665-32	Conduzir o veículo com silenciador de motor defeituoso/deficiente/inoperante	230 * xi
666-10	Conduzir o veículo com equipamento ou acessório proibido.	230 * xii
667-00	Conduzir o veículo com o equipamento do sistema de iluminação e de sinalização alterados	230 * xiii
668-80	Conduzir veículo c/ registrador instantâneo de velocidade/tempo viciado/defeituoso	230 * xiv
669-61	Conduzir c/ inscrição/adesivo/legenda/símbolo afixado para-brisa e extensão traseira	230 * xv
669-62	Conduzir c/ inscrição/adesivo/legenda/símbolo pintado para-brisa e extensão traseira	230 * xv
670-01	Conduzir o veículo com vidros totalmente cobertos por película, painéis/pintura.	230 * xvi
670-02	Conduzir o veículo c/ vidros parcialmente cobertos por película, painéis/pintura.	230 * xvi
671-80	Conduzir o veículo com cortinas ou persianas fechadas	230 * xvii
672-61	Conduzir o veículo em mau estado de conservação	230 * xviii
672-62	Conduzir o veículo reprovado na avaliação de inspeção de segurança	230 * xviii
672-63	Conduzir o veículo reprovado na avaliação de emissão de poluentes e ruído	230 * xviii
673-40	Conduzir o veículo sem acionar o limpador de para-brisas sob chuva.	230 * xix
674-20	Conduzir o veículo sem portar a autorização para condução de escolares	230 * xx
675-00	Conduzir o veículo de carga c/ falta inscrição da tara e demais previstas no ctb	230 * xxi
676-91	Conduzir o veículo com defeito no sistema de iluminação	230 * xxii

676-92	Conduzir o veículo com defeito no sistema de sinalização	230 * xxii
676-93	Conduzir o veículo com lâmpadas queimadas	230 * xxii
677-70	Transitar com o veículo danificando a via, suas instalações e equipamentos.	231 * i
678-51	Transitar com veículo derramando a carga que esteja transportando	231 * ii * a
678-52	Transitar com veículo lançando a carga que esteja transportando	231 * ii * a
678-53	Transitar com veículo arrastando a carga que esteja transportando	231 * ii * a
679-30	Transitar com o veículo derramando/lançando combustível/lubrificante que esteja utilizando	231 * ii * b
680-70	Transitar c/ veículo derramando/lançando/arrastando qualquer objeto com risco de acidente	231 * ii * c
681-50	Transitar com veículo produzindo fumaça, gases ou partículas em desacordo c/ CONTRAN.	231 * iii
682-31	Transitar c/ veículo e/ou carga c/ dimensões superiores limite legal s/ autorização	231 * iv
682-32	Transitar c/ veículo e/ou carga c/ dimensões superiores est p/sinalização s/autorização	231 * iv
683-10	Transitar com o veículo com excesso de peso	231 * v
684-01	Transitar em desacordo c/ autorização expedida p/veículo c/ dimensões excedentes	231 * vi
684-02	Transitar com autorização vencida, expedida p/ veículo c/ dimensões excedentes.	231 * vi
685-80	Transitar com o veículo com lotação excedente	231 * vii
686-61	Transitar efetuando transporte remunerado de pessoas quando não licenciado p/esse fim	231 * viii
686-62	Transitar efetuando transporte remunerado de bens quando não licenciado p/ esse fim	231 * viii
687-41	Transitar com o veículo desligado em declive	231 * ix
687-42	Transitar com o veículo desengrenado em declive	231 * ix
688-20	Transitar com o veículo excedendo a capacidade máxima de tração - media	231 * x
689-00	Transitar com o veículo excedendo a capacidade máxima de tração - grave	231 * x
690-40	Transitar com o veículo excedendo a capacidade máxima de tração	231 * x
691-20	Conduzir veículo sem os documentos de porte obrigatório referidos no ctb	232
692-00	Deixar de efetuar registro de veículo no prazo de trinta dias	233

693-91	Falsificar documento de habilitação	234
693-92	Adulterar documento de habilitação	234
693-93	Falsificar documento de identificação do veículo	234
693-94	Adulterar documento de identificação do veículo	234
694-71	Conduzir pessoas nas partes externas do veículo	235
694-72	Conduzir animais nas partes externas do veículo	235
694-73	Conduzir carga nas partes externas do veículo	235
695-50	Rebocar outro veículo com cabo flexível ou corda	236
696-31	Transitar c/ veículo em desacordo c/ especificações necessárias a sua identificação	237
696-32	Transitar com veículo com falta de inscrição necessária a sua identificação	237
696-33	Transitar com veículo com falta de simbologia necessária a sua identificação	237
697-10	Recusar-se a entregar cnh/crv/crlv/ outros documentos	238
698-00	Retirar do local veículo legalmente retido para regularização, sem permissão.	239
699-80	Deixar responsável de promover baixo registro de veículo irrecuperável, /desmontado.	240
700-51	Deixar de atualizar o cadastro de registro do veículo	241
700-52	Deixar de atualizar o cadastro de habilitação do condutor	241
701-31	Fazer falsa declaração de domicílio para fins de registro/licenciamento	242
701-32	Fazer falsa declaração de domicílio para fins de habilitação	242
702-10	Deixar seguradora de comunicar ocorrência perda total veículo e devolver placas/documentos	243
703-01	Conduzir motocicleta, motoneta e ciclomotor sem capacete de segurança	244 * i
703-02	Conduzir motocicleta/motoneta/ciclomotor c/ capacete s/ viseira/óculos proteção	244 * i
703-03	Conduzir motocicleta, motoneta e ciclomotor sem vestuário aprovado pelo CONTRAN.	244 * i
704-81	Conduzir motocicleta, motoneta e ciclomotor transportando passageiro s/ capacete	244 * ii
704-82	Conduzir motocicleta/ motoneta/ciclomotor transportando passageiro s/viseira/óculos proteção	244 * ii
704-83	Conduzir motocicleta/motoneta/ciclomotor transportando passageiro, fora do assento.	244 *ii

705-61	Conduzir motocicleta/motoneta/ciclomotor fazendo malabarismo/ equilibrando-se em uma roda	244 * iii
705-62	Conduzir ciclo fazendo malabarismo ou equilibrando-se em uma roda	244 * iii c/c pr 1
706-40	Conduzir motocicleta, motoneta e ciclomotor com os faróis apagados.	244 * iv
707-21	Conduzir motocicleta/motoneta/ciclomotor transportando criança menor de 7 anos	244 * v
707-22	Conduzir motocicleta/motoneta/ciclomotor transp. criança s/ condição cuidar própria segurança	244 * v
708-00	Conduzir motocicleta, motoneta e ciclomotor rebocando outro veículo.	244 vi
709-91	Conduzir motocicleta/motoneta/ciclomotor sem segurar o guidom com ambas as mãos	244 * vii
709-92	Conduzir ciclo sem segurar o guidom com ambas as mãos	244 * vii c/c pr 1
710-21	Conduzir motocicleta, motoneta e ciclomotor transportando carga incompatível.	244 * viii
710-22	Conduzir ciclo transportando carga incompatível	244 * viii c/c pr 1
711-00	Conduzir ciclo transportando passageiro fora da garupa/assento a ele destinado	244 * 1 pr 1 a
712-91	Conduzir ciclo em via de transito rápido/rodovia sem acostamento/faixa própria	244 pr1 * b
712-92	Conduzir ciclomotor via de transito rápido/rodovia s/ acostamento/faixa própria	244 pr1 *b c/c pr2
713-70	Conduzir ciclo transportando criança s/ condição de cuidar própria segurança	244 pr1 * c
714-50	Utilizar a via para deposito de mercadorias, materiais ou equipamentos.	245
715-31	Deixar de sinalizar obstáculo a circulação/segurança calçada/pistas/ agravamento	246
715-32	Obstaculizar a via indevidamente-s/agravamento	246
716-11	Deixar de sinalizar obstáculo circulação/segurança calçada/pista agravamento 2x	246
716-12	Obstaculizar a via indevidamente-agravamento 2x	246
717-01	Deixar de sinalizar obstáculo circulação/segurança calçada/pista agravamento 3x	246
717-02	Obstaculizar a via indevidamente-agravamento 3x	246

718-81	Deixar de sinalizar obstáculo circulação/segurança calçada/pista agravamento 4x	246
718-82	Obstaculizar a via indevidamente-agravamento 4x	246
719-61	Deixar de sinalizar obstáculo circulação/segurança calçada/pista agravamento 5x	246
719-62	Obstaculizar a via indevidamente-agravamento 5x	246
720-01	Deixar de conduzir pelo bordo pista em fila única veículo tração/propulsão humana	247
720-02	Deixar de conduzir pelo bordo da pista em fila única veículo de tração animal	247
721-80	Transportar em veículo destinado transporte passageiro carga excedente em desacordo art.109	248
722-61	Deixar de manter acesa a noite as luzes posição quando o veículo estiver parado	249
722-62	Deixar de manter acesa a noite as luzes de posição veículo fazendo carga/descarga	249
723-40	Em movimento, deixar de manter acesa a luz baixa durante a noite.	250 * i * a
724-20	Em movimento de dia, deixar de manter acesa luz baixa túnel com iluminação pública.	250 * i * b
725-00	Em movimento, deixar de manter acesa luz baixa veículo transporte coletivo faixa/pista exclusivo.	250 * i * c
726-90	Em movimento, deixar de manter acesa luz baixa do ciclomotor.	250 * i * d
727-70	Em movimento deixar de manter acesas luzes de posição sob chuva forte/neblina/cerração	250 * ii
728-50	Em movimento, deixar de manter a placa traseira iluminada a noite.	250 * iii
729-30	Utilizar o pisca-alerta, exceto em imobilizações ou situações de emergência.	251 * i
730-70	Utilizar luz alta e baixa intermitente, exceto quando permitido pelo ctb	251 * ii
731-50	Dirigir o veículo com o braço do lado de fora	252 * i
732-31	Dirigir o veículo transporte pessoas a sua esquerda ou entre os braços e pernas	252 * ii
732-32	Dirigir o veículo transporte animais a sua esquerda ou entre os braços e pernas	252 * ii
732-33	Dirigir o veículo transporte volume a sua esquerda ou entre os braços e pernas	252 * ii
733-10	Dirigir o veículo com incapacidade física ou mental temporária	252 * iii
734-00	Dirigir o veículo usando calçado que não se firme nos pés/comprometa utilização pedais	252 * iv

735-80	Dirigir o veiculo com apenas uma das mãos, exceto quando permitido pelo ctb	252 * v
736-61	Dirigir o veiculo utilizando-se de fones nos ouvidos conectados a aparelhagem sonora	252 * vi
736-62	Dirigir veiculo utilizando-se de telefone celular	252 * vi
737-40	Bloquear a via com veiculo	253
738-20	E proibido ao pedestre permanecer/andar pista, exceto p/ cruza-las onde permitido.	254 * i
739-01	E proibido ao pedestre cruzar pista de rolamento de viaduto exceto onde permitido	254 * ii
739-02	E proibido ao pedestre cruzar pista de rolamento de ponte exceto onde permitido	254 * ii
739-03	E proibido ao pedestre cruzar pista de rolamento de tuneis exceto onde permitido	254 * ii
740-40	E proibido ao pedestre atravessar via área cruzamento exceto onde permitido p/ sinalização	254 * iii
741-20	E proibido pedestre utilizar via em agrupam que perturbe trans/prat esporte/desfile	254 * iv
742-01	E proibido ao pedestre andar fora da faixa própria	254 * v
742-02	E proibido ao pedestre andar fora da passarela	254 * v
742-03	E proibido ao pedestre andar fora da passagem aérea	254 * v
742-04	E proibido ao pedestre andar fora da passagem subterrânea	254 * v
743-90	E proibido ao pedestre desobedecer a sinalização de transito especifica	254 * vi
744-71	Conduzir bicicleta em passeios onde não seja permitida a circulação desta	255
744-72	Conduzir bicicleta de forma agressiva	255
745-50	Transitar em velocidade superior a máxima permitida em ate 20%	218 * i
746-30	Transitar em velocidade superior a máxima permitida em mais de 20% ate 50%	218 * ii
747-10	Transitar em velocidade superior a máxima permitida em mais de 50%	218 * iii

## APENDICE

### Questionário de Avaliação do EXPERT-AIT

#### AVALIADOR (A):

Nome: \_\_\_\_\_

Ocupação: \_\_\_\_\_

#### 1º Seção

##### Corretude

Avaliação sobre a qualidade da informação fornecida pelo EXPERT-AIT

☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Ótimo

##### Usabilidade

Avaliação sobre a facilidade de uso do EXPERT-AIT.

☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Ótimo

##### Utilidade

Avaliação sobre a relevância e importância das informações possíveis de se conseguir com o EXPERT-AIT.

☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Ótimo

##### Desempenho

Avaliação sobre o tempo de resposta do EXPERT-AIT.

☐ Péssimo ☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Ótimo

#### 2º Seção

O protótipo atende bem os propósitos ao qual se destina?

☐ Sim ☐ Não ☐ Às vezes

O conteúdo apresentado no EXPERT-AIT foi exibido de forma clara?

☐ Sim ☐ Não

As opções fornecidas pelo protótipo são claras e estão bem identificadas?

☐ Sim ☐ Não ☐ Às vezes

O protótipo apresentado poderá lhe auxiliar no seu serviço diário?

☐ Sim ☐ Não ☐ Às vezes

Você acha que as opções fornecidas pelo programa estão de acordo com sua tarefa/funcionalidade?

☐ Sim ☐ Não ☐ Às vezes ☐ Quase Sempre

Você tem alguma sugestão? Caso sua resposta seja sim, deixa sua opinião abaixo:

Data da avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_



Bernardo, Rogério José.  
TCC  
Araranguá, 00/12/2012  
nº pág.

Concede-se à Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, a permissão para reproduzir cópias deste trabalho e emprestá-las tão somente para propósitos acadêmicos e científicos. Direitos reservados. Leis 9.609/98 e 9.610/98. Autoriza-se copia, para utilização exclusivamente com finalidade didática, desde que com a citação da fonte.

---

Rogério José Bernardo